水稻光合作用及呼吸作用之研究※

楊 居 成

國立中興大學植物學系

摘 要

本試驗以臺南5號及臺中秈3號爲材料，於三個年度期間，利用生長分析法及氣體交換法來探討臺中地區第一、二期作，最大分蘖期後之生育形態、光合成因子、光合作用、暗吸呼作用、光呼吸作用及個體群乾物質等項目之變化，以及其與收穫組成要素的關係，結果如下：(一)兩稻種乾物重之變化相似；年度間之變化大於期作間之變化。(二)第二期作稻谷產量低於第一期作約25%，可能由於二期作自孕穗期後之低淨光合率及高暗呼吸作用，有效同化物輸送至谷粒量減少，導致最後產量構成要素不良；如穗數、結實粒數、結實粒重、總粒重、結實百分率及總乾重等項目的低落。

前 言

本省水稻的產量，第二期作單位面積約低於一期作15%至25%。綜合各專家所見，係由下列生長環境因子的影響所致（5）：（一）氣溫（影響）：在第一期作時之氣溫，是由低漸高；反之，二期作時之氣溫，則由高漸低(陳與陳，1980)。二期作抽穗前之高溫，足以加速光合成系之衰敗，而生殖期後之低溫易使稻根之活力退化加快（賴與侯，1976），轉流量大減（朱等，1980；林 1981；Wei et al, 1982），造成稔實粒充實率的低落（林與戴，1976）影響稻作之收穫量（鄔等，1975）。(二)日照强度及光期長短影響：一期作在抽穗期後，適值强日照及長日，其葉面積指數達最大，光合作用能力大增，轉流量亦大，收穫量逐提高；二期作在抽穗期後，短日照及低光度，使葉面積指數急速降低，光合成系又衰敗，於是光合作用能力大減（林與蘇，1976；楊1981），收穫量低，是必然之趨勢，且二期作日間之光合作用升高時間比一期作要遲，而其光合作用降至最低之時間，又早於一期作，此皆促使二期作收穫量減少。

環境因子影響水稻生理的改變，在比較一期作和二期作之葉綠素含量方面，可知二期作往往低於一期作，而葉身中含鉀量，二期作也低於一期作（謝1978），此皆足以促使葉部同化能力減低。同化能力低，淨光合率低落，影響生物產量甚鉅。爲了提高一、二期作稻之產量，可由提高生物產量及收穫指數二方面著手（吳等，1976 Gifford and Evans, 1981；Yoshida, 1972）。生物產量最直接的表現，在於淨光合率之高低，可利用長時間的生長分析法，對其做進一步的研究探討（Hesketh and Jones, 1980；Jariis and Catsky, 1971）。另外亦可利用氣體交換率，測出水稻瞬間及連續性之光合率及呼吸率，以推算淨光合率之大小（林與蘇，1976；楊，1981；Zelitch, 1981）。本試驗使用兩種水稻品種，連續進行三年試驗，利用生長分析法及氣體交換法來探討兩期作稻之生長及發育情形，以及其與谷產量的關係。

材料與方法

於國立中興大學臺中校園農場栽培臺南五號及臺中秈三號。行株間距各爲 25cm（每平方公尺單

※行政院農業發展委員會補助計畫69農建—5.1—產—080（2—10）、70 農建—5.1—產—06（2—10）與71農建4.1—產—47（2—12）。

位土地面積內種植16株水稻）。自民國68年7月第二期作至70年6月第一期作止，共分爲68、69、70等三年度一、二期作稻。水稻生長期間第一期爲130天，第二期爲115天。試驗田之管理，同於一般之施肥處理及湛水灌溉方法。收穫前12週，每週取樣一次，共計12次。取樣方法爲每次自一小區（計三小區）取三株爲樣品。

（A）鮮重及乾重之測定：

三稻欉採收後，用衛生紙擦淨，樣品分成葉、稈、穗等部分。用葉面積測定儀測定葉之面積。秤量鮮重後以 80°C 過夜烘乾，再秤取各部位之乾重。

（B）生長分析：

將（A）項所測定之資料進行生長分析（Jaris and Catsky, 1971），包括：葉面積指數（Leaf area index, LAI），平均葉面積指數（Mean leaf avea index, mean LAI），葉面積比（Leaf area ratio, LAR），相對生長率（Relative growth rate, RGR），淨同化率（Net assimination rate, NAR），作物生長率（Crop growth rate, CGR），乾物重比（Dry weight ratio, DWR），葉面積持久性（Leaf area duration, LAD）及生物質持久性（Biomass durlation, BMD）。

（C）整欉水稻光合率、呼吸率及光呼吸率之測定：

（1）室內：將欲測之水稻每週定時移置於植物生長箱內過夜，使水稻適應新環境後再行試驗。將欲測之水稻置於透明壓克力製的圓筒（25×110 cm）之同化箱內，用開放穩流式法行之（9）。測定時之環境：①呼吸率爲氣溫 25°C，相對濕度60%，空氣流速 5～15/l/min）。②光合率除同於呼吸率者，再加上 500uE/m²/sec 之光度。③光呼吸率之測定條件同於光合率，比較氣流內不含 CO_2 及含 CO_2 之光合率。

（2）室外：於田間自然環境下，利用上述方法一天24小時連續測定每區之整欉水稻日間光合率及夜間之呼吸率變化情形，並用光度測定儀測定當日之光照强度。

（D）葉片葉綠素含量之測定：

將整欉之稻葉採下，切成小塊，充分摻混，取其中 5g 鮮重之葉片，用80%丙酮抽取葉綠素，用光譜儀測定溶液中葉綠素之含量。

（E）產量及其組成因素：

每一小區（計三小區）收穫16欉稻（相當於每平方公尺土地面積所栽植之水稻數目）。谷粒經烘乾後，篩選谷粒充實者，然後測定其含水量，乾重均以13%含水量爲計算之標準。

結果與討論

（A）農藝性狀

臺南5號（TN）及臺中秈3號（TC）兩品種其三個不同年度第一、二期作各器官重量之分佈變化如表1及表2所示，此資料包括葉重、稈重、全株重及葉面積等項目。根據這些數值，包括三個年度（未列出）及其平均之資料，將水稻生長期分爲：收穫前11至10週爲分蘗期（A），9至8週爲孕穗期（B），7至6週爲抽穗期（C），5至4週爲成熟前期（D），3週至收穫爲成熟期（E）。兩品種68、69、70年度（68年7月至70年6月期間）株高之變化，如圖1所示：①臺南五號一期作（TN-1）收穫前10、7、6週株高相似，且爲三個年度之變向點，即70年度之TN-1株高以10週前爲最低，9及8週前反而爲最高，最後D及E期又變爲最低（圖1A）。②臺南五號二期作（TNⅡ）株高以70年度之A期爲最低；反之，D及E期則變爲最高（圖1B）。在B及C期中，三年度之株高相似。③臺中秈三號一、二期作（TC-Ⅰ及TC-Ⅱ）株高生長期之變化與 TN-Ⅰ 及 TN-Ⅱ 相類似（圖1C—D）。若將兩稻種之株高按一、二期作之分，再將三年度之數值加以平均，來比較不同期作株高之變化，如圖2所示①除C期外，其他四個生長期 TN-Ⅱ 均高於 TN-Ⅰ（圖2A）。②TCⅡ均高於 TC-Ⅰ（圖2B）。年度間 TN-Ⅱ 及 TC-Ⅱ之各產量與成熟期株高成反比（圖1）同樣地，年度平均株高一期作均低於二期作（圖2）株高太長，使株型改變，受光之效率減低，不利於光合作用之進行。兩稻種三個年度間分蘗數之變化如圖3所示：① TN-Ⅰ，TN-Ⅱ，TC-Ⅰ，及 TC-Ⅱ均以69年度分蘗數爲最大，其次爲68年度，70年度最小。②每一圖中所示之三條分蘗數曲線均無交點，表示最大分蘗期（A期），所能得到之分蘗數即決定水稻之穗數。③ TN-Ⅱ 分蘗數頗爲穩定，

表1. 臺南5號及臺中秈3號葉、稈、穗、全株乾重及葉面積三年平均值之季節變化

器官	稻種	期別＼週數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
葉重（克／株）	臺南五號	I	4.8	6.6	8.6	10.5	12.4	13.1	12.8	12.0	10.4	9.5	8.5	8.5
		II	2.8	5.3	8.2	10.0	11.6	11.5	11.0	9.5	8.8	8.5	7.9	7.8
	臺中秈三號	I	6.5	7.6	8.9	11.1	13.4	14.8	15.0	14.3	12.8	11.6	10.7	10.0
		II	5.9	7.5	10.1	12.3	14.3	14.5	14.3	13.0	10.9	9.1	7.8	6.8
稈重（克／株）	臺南五號	I	6.7	9.2	11.0	17.8	25.4	29.7	32.7	30.6	26.9	24.9	24.0	24.5
		II	2.6	7.6	13.8	21.5	26.0	26.2	28.3	26.1	25.6	23.4	23.3	22.6
	臺中秈三號	I	7.1	9.0	13.0	17.6	23.8	26.1	27.2	25.0	21.2	20.3	20.1	19.8
		II	5.2	9.0	14.4	23.2	25.9	32.5	33.3	30.0	25.0	21.4	20.0	19.5
穗重（克／株）	臺南五號	I	0	0	0	0	1.7	4.7	8.6	18.6	28.6	31.8	33.5	35.3
		II	0	0	0	0	1.5	4.0	7.0	14.4	22.2	27.4	28.9	29.1
	臺中秈三號	I	0	0	0	0	1.3	5.7	10.9	18.8	28.7	36.0	41.4	42.7
		II	0	0	0	0	1.8	4.4	9.5	18.3	29.4	34.2	35.2	35.1
全株重（克）	臺南五號	I	11.5	15.8	19.6	28.2	39.4	46.8	53.3	59.5	64.8	66.3	67.7	69.0
		II	5.4	12.8	21.9	31.6	39.0	44.2	48.5	52.1	56.6	59.1	60.0	59.5
	臺中秈三號	I	13.6	16.7	21.9	28.6	38.2	46.5	53.1	58.9	63.7	68.2	71.8	71.8
		II	11.	16.5	24.5	35.6	45.2	51.4	57.4	61.3	65.2	65.2	64.3	63.4
葉面積（平方公分／株）	臺南五號	I	951	1,298	1,756	2,117	2,320	2,535	2,465	2,224	1,881	1,433	1,243	1,173
		II	625	1,185	1,625	2,008	2,349	2,626	2,782	2,560	1,928	1,510	1,255	1,137
	臺中秈三號	I	1,290	1,699	2,206	2,585	2,869	2,972	2,906	2,688	2,329	1,902	1,657	1,538
		II	1,438	1,759	2,355	2,884	3,371	3,420	3,338	2,910	2,331	1,896	1,579	1,430

表2. 臺南5號及臺中秈3號乾物重比三年平均值之季節變化

器官	稻重	期別＼週數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
葉	臺南五號	I	0.41	0.42	0.44	0.37	0.32	0.28	0.24	0.20	0.16	0.14	0.12	0.12
		II	0.52	0.43	0.38	0.33	0.30	0.26	0.23	0.18	0.15	0.14	0.13	0.13
	臺中秈三號	I	0.47	0.45	0.41	0.39	0.35	0.31	0.28	0.24	0.20	0.16	0.14	0.13
		II	0.54	0.47	0.43	0.36	0.32	0.28	0.25	0.21	0.17	0.14	0.12	0.07
稈	臺南五號	I	0.59	0.58	0.56	0.63	0.64	0.62	0.60	0.46	0.41	0.38	0.38	0.36
		II	0.48	0.57	0.62	0.67	0.66	0.65	0.63	0.55	0.46	0.39	0.39	0.38
	臺中秈三號	I	0.53	0.52	0.59	0.61	0.62	0.56	0.52	0.45	0.36	0.31	0.28	0.28
		II	0.47	0.53	0.57	0.64	0.63	0.63	0.58	0.49	0.38	0.33	0.33	0.34
穗	臺南五號	I	0	0	0	0	0.05	0.10	0.16	0.31	0.44	0.48	0.50	0.52
		II	0	0	0	0	0.04	0.09	0.14	0.27	0.39	0.46	0.48	0.49
	臺中秈三號	I	0	0	0	0	0.03	0.12	0.20	0.32	0.45	0.53	0.58	0.59
		II	0	0	0	0	0.04	0.09	0.17	0.30	0.45	0.53	0.55	0.56

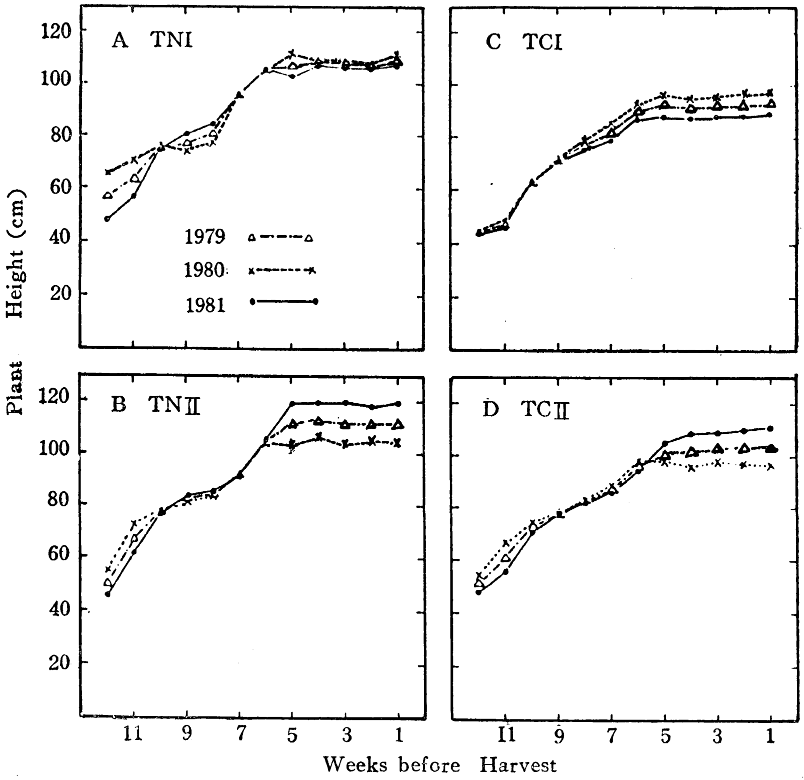

圖1. 水稻株高之年度變化

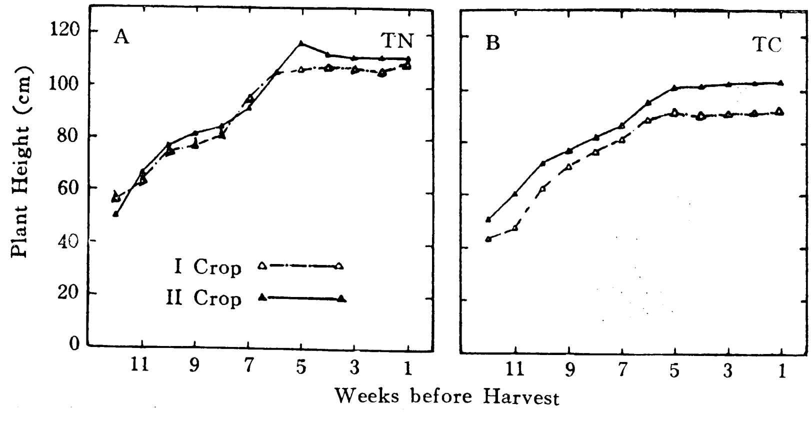

圖2. 第一、二期作稻年度平均株高之變化

約爲16；反之，TC-Ⅰ 及 TC-Ⅱ 之分蘗數，A期大於E期約爲40%，若將兩稻種一、二期之分蘗數做一比較，則如圖４所示：①TN-Ⅰ 大於 TN-Ⅱ（圖４A）。②除A期相似外，TC-Ⅰ 小於 TC-Ⅱ（圖４B）。表示兩稻種年度間及其一、二期作平均值之最後有效分蘗數（即每欉穗數），三年平均每欉穗數分別爲 TN-Ⅰ 18, TN-Ⅱ 14, TC-Ⅰ 18 及 TC-Ⅱ 13等，即 TN-Ⅰ 大於 TN-Ⅱ 22%, TC-Ⅰ 大於 TC-Ⅱ 26%。TC-Ⅱ 分蘗數雖高於 TC-Ⅰ（圖４B），但有效分蘗數（每欉穗數

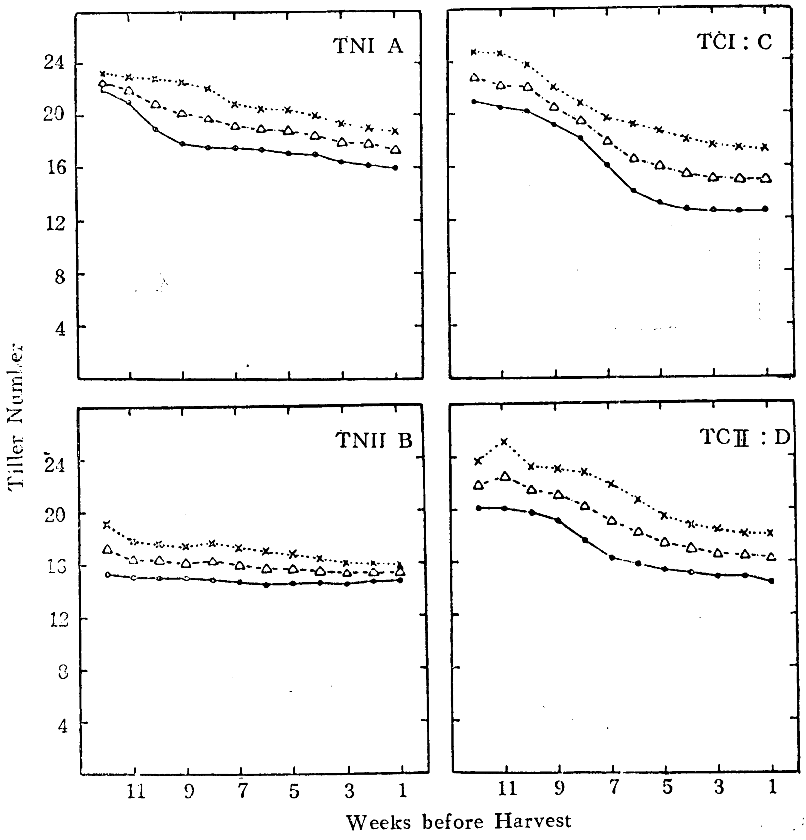

圖3. 水稻分蘖數之年度變化。圖內符號如圖1所示。

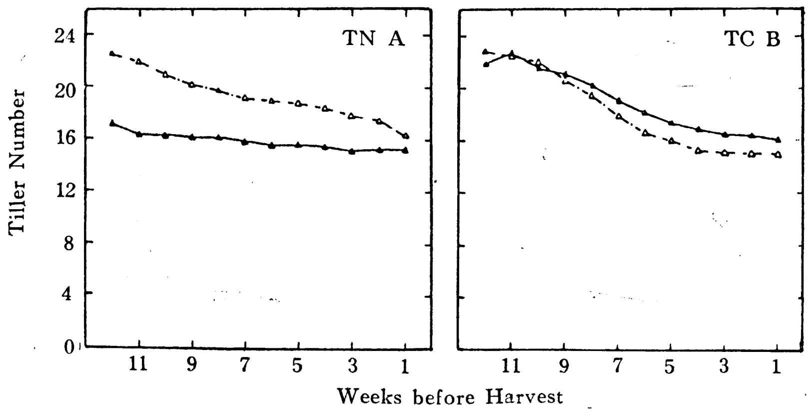

圖4. 第一、二期作稻年度平均分蘖數之變化。圖內符號如圖2所示。

），TC-Ⅱ反低於TC-Ⅰ（表3），可能由於淨同化率TC-Ⅱ不足以滋養所有之分蘖，而造成部份分蘖不能成穗。

（B）生長分析：

欲知本試驗兩稻種第一、二期作農藝性狀變異之因，可利用生長分析法來比較個體植物於族羣中

表3. 第一、二期作稻產量及產量構成要素比較

項 目 Item	期作	臺南五號 Tainan No. 5 68年度	69年度	70年度	平均值	比值(%)	臺中秈三號 Taichung Sen No. 3 68年度	69年度	70年度	平均值	比值(%)
一欉穗數 Number of panicles per hill	I	22	19	14	18	100	23	18	12	18	100
	II	13	16	12	14	78	12	15	13	13	74
一欉總粒數 Total number of graina per nill	I	1,792	1,655	1,128	1,525	100	2,185	2,085	1,420	1,897	100
	II	1,287	1,508	1,118	1,340	86	1,722	1,799	1,509	1,677	88
一欉結實粒數 Total number of ripened grains per hill	I	1,681	1,365	1,091	1,379	100	1,961	1,251	1,300	1,489	100
	II	1,095	1,162	608	955	69	1,013	1,426	978	1,139	76
結實粒重 Weight of ripened grains (g/hill)	I	39.63	31.68	29.64	33.63	100	53.28	29.25	36.40	33.64	100
	II	28.04	31.68	16.35	25.36	75	25.55	32.75	25.83	28.04	71
結實百分率 Percentage of ripened grains (%)	I	93.81	82.48	96.72	91.00	100	89.75	60.00	91.54	80.43	100
	II	85.68	77.06	54.38	72.37	80	58.83	79.27	64.80	67.63	84
千粒重 Weight of 1000 grains (g)	I	23.58	23.21	27.17	24.65	100	27.17	23.38	28.00	26.18	100
	II	25.61	27.26	26.89	26.59	108	25.22	22.97	26.41	24.87	95
穀粒數量 Grain yield (kg/na)	I	6,341	5,069	4,742	5,384	100	8,525	4,680	5,824	6,343	100
	II	4,486	5,069	2,616	4,057	75	4,088	5,392	4,133	4,538	72
藁乾重 Dry weight of vegetative orgains (kg/ha)	I	7,286	4,915	5,170	5,790	100	7,181	6,416	3,816	5,804	100
	II	5,448	4,627	4,979	5,018	87	4,534	5,392	5,274	5,067	87
一欉總乾重 Dry weight per hill (g/hill)	I	85.75	69.60	62.24	72.53	100	93.42	82.16	61.13	80.90	100
	II	62.66	66.48	51.18	60.11	83	57.93	75.30	62.98	65.40	81
總粒重 Total weight of grains per hill	I	40.21	38.88	29.91	36.31	100	54.54	42.00	37.28	44.61	100
	II	28.61	37.56	20.06	28.74	79	29.59	41.60	30.02	33.74	76
藁　重 Dry weight of vegetative orgains (g/hill)	I	45.54	30.72	32.31	36.19	100	44.88	40.10	23.85	36.28	100
	II	34.05	28.92	31.12	31.36	87	28.34	33.70	32.96	31.67	87
總粒重／一欉總重(%) Grain weight/hill weight (%)	I	46.89	55.86	48.09	50.28	100	54.86	51.00	60.98	55.61	100
	II	45.66	56.50	39.19	47.12	94	51.08	55.25	47.67	51.33	92
藁重／一欉總重(%) Vegetative weight/hill weight (%)	I	53.11	44.14	51.91	49.72	100	45.14	49.10	39.02	44.42	100
	II	54.34	43.50	60.81	52.88	106	48.92	44.75	52.33	48.67	110
總粒重／藁重(%) Grain weight/Vegetative weight	I	113.26	79.00	107.95	100.07	100	82.29	95.00	63.98	80.42	100
	II	119.00	77.00	155.13	117.04	117	95.78	81.00	109.79	95.52	119

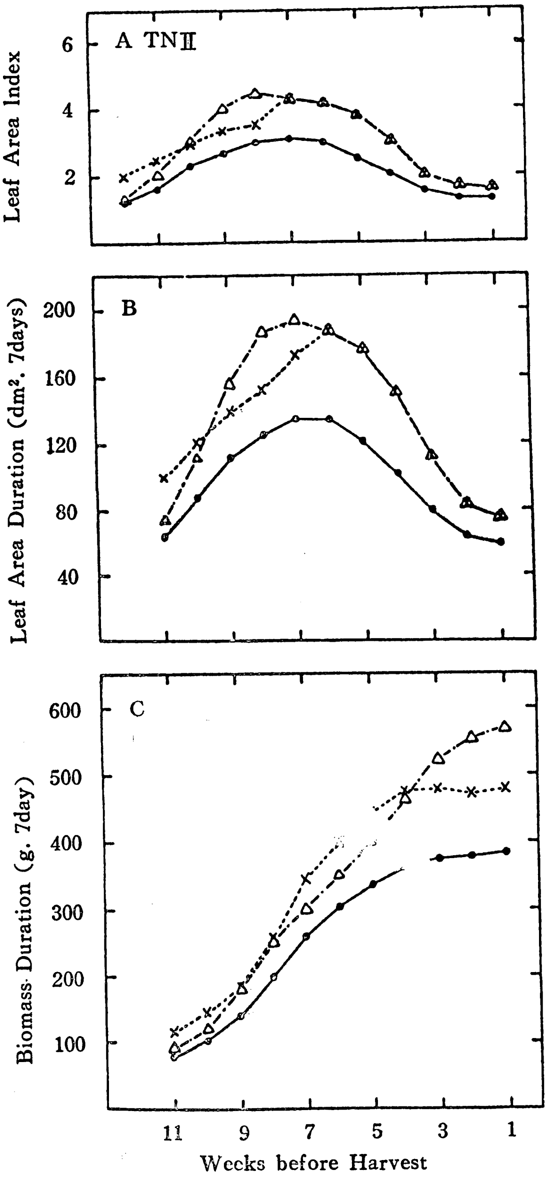

圖5. 第一期臺南五號葉面積指數，葉面積持久性，及生物質持久性之年度變化。圖內符號如圖1所示。

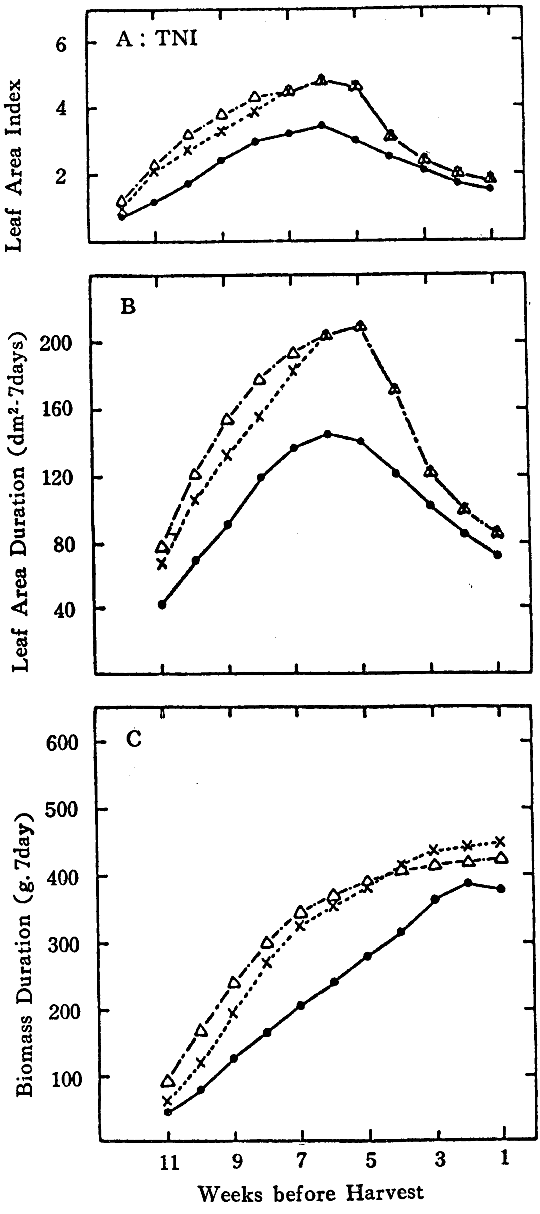

圖6. 第二期臺南五號葉面積指數，葉面積持久性，及生物質持久性之年度變化。圖內符號如圖1所示。

對地上部環境利用之效率。於收穫前12週，每週直接採收水稻，分葉、桿及穗等各部位，秤其乾重及量葉面積，再利用生長分析法之數學公式（Jarris and Catsky, 1971），分別計算各生長期之平均值。若比較年度間葉面積指數（LAI），可知：①以TC-Ⅰ 之 LAI 年度間差異最大，其 LAI 最大值爲7.3，最小值爲3.1（圖7 A）。②兩稻種均以86年度之 LAI 爲最大，其次爲69年度，70年度最小（圖5—8，A）。若以第一、二期作稻來比較其最大之 LAI，則 TN-Ⅱ（4.4）大於 TN-Ⅰ（3.9），TC-Ⅱ（5.4）大於TC-Ⅰ（4.8），尤其以抽穗期較爲顯著（圖9—10，A）但成熟期（D

及E期）二期作之 LAI 減少速率大於一期者，以致 TC-Ⅱ E期之 LAI 低於 TC-Ⅰ 者。兩稻種葉面積持久性（LAD）年度間及季節性之變化均與 LAI 之變化相似（圖7—10，B）。同時，生物值持久性（BMD）年度間之變化也與LAI之變化相類似（圖5—6，C）而三年度一、二期作稻BMD 平均值之變化與LAI 之變化不同：① TN-Ⅰ 與 TN-Ⅱ 在 A及 B期相類似。②自 C期後，TN-Ⅰ則大於TN-Ⅱ且逐增。③TC-Ⅰ僅在E期大於 TC-Ⅱ，其他四個生長期均小於 TC-Ⅱ。在成熟期，兩稻種年度間及年度平均的一、二期的 BMD 高則各產量也相對提高（圖5—10，C及表3）

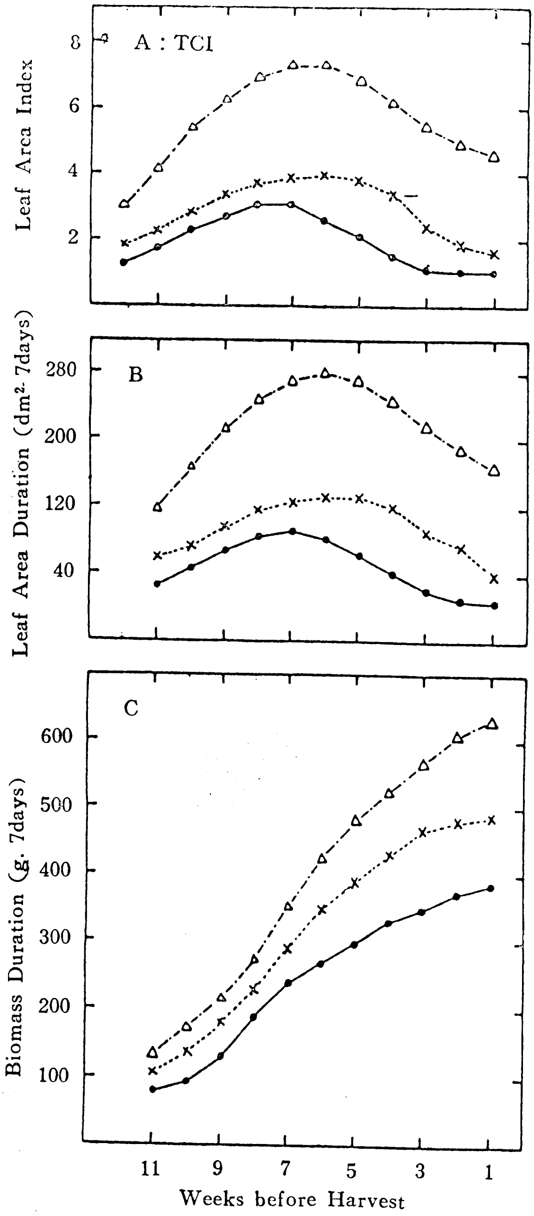

圖7. 第一期臺中秈三號葉面積指數，葉面積持久性，及生物質持久性之年度變化。圖內符號如圖1所示。

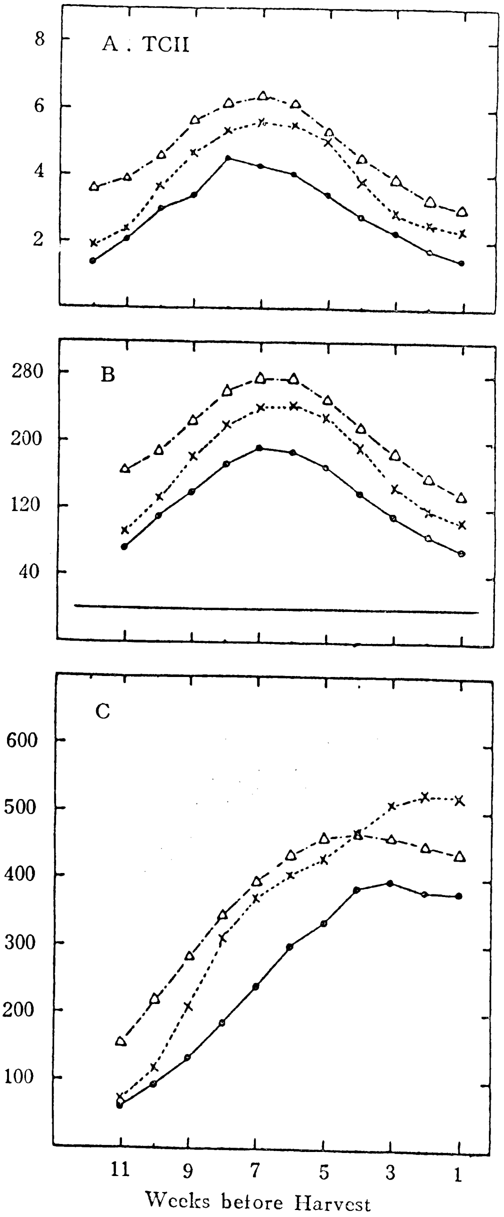

圖8. 第二期臺中秈三號葉面積指數，葉面積持久性，及生物質持久性之年度變化。圖內符號如圖1所示。

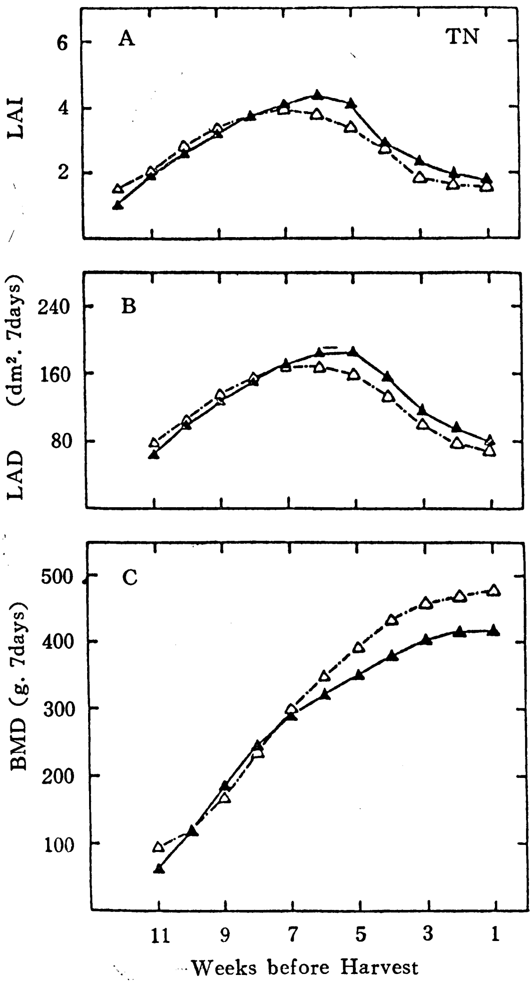

圖9. 第一、二期臺南五號年度平均葉面積指數，葉面積持久性及生物質持久性之變化。圖內符號如圖1所示。

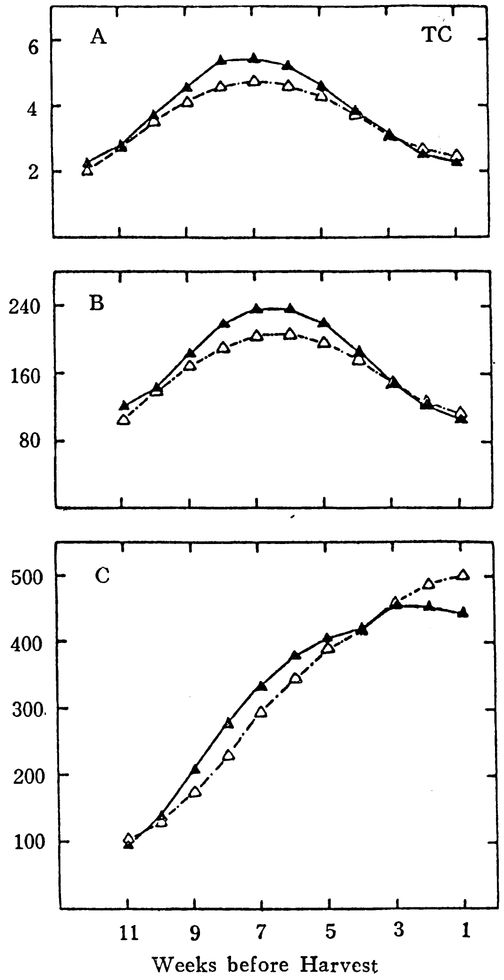

圖10. 第一、二期臺中秈三號年度平均葉面積指數，葉面積持久性及生物質持久性之變化。圖內符號如圖1所示。

。可見E期之BMD有利於一期作，也為其產量較高於二期作之可能原因之一。

第一期作稻最大平均葉面積指數（maximum mean LAI）年度間之差異大於第二期之差異，如TN-Ⅰ介於3.0至4.3之間，而TN-Ⅱ介於3.4至4.5之間；TC-Ⅰ介於3.0至7.0之間，而TC-Ⅱ介於4.6至7.0之間（圖11—14，A）。若比較一、二期之Maximum mean LAI；則TN-Ⅰ小於TN-Ⅱ（3.8比4.1），TC-Ⅰ亦小於TC-Ⅱ（4.5比5.6）（圖15—16，A）。而在淨同化率（NAR, g/m² mean leaf area/day）之年度變化（圖11—14，B）範圍中，第一期作小於第二期作：TN-Ⅰ介於10.6至−0.6間，TN-Ⅱ介於15至−2.7間；TC-Ⅰ介於9.6至0.0間及TC-Ⅱ介於10至−2.5間。第一、二期作之NAR季節性轉換點（圖15—16，B），乃介於收穫前第8與9週間，此時為水稻之孕穗期（B期）。TN-Ⅱ之NAR自收穫前第11週由11.8逐漸下降至−1.0，TN-Ⅰ之NAR則在收穫前第8週呈最大值7.6，然後下降至1.5為止。TC-Ⅰ之NAR在收穫前第8週為最大5.4，TC-Ⅱ之最大值則提前一週為6.0。若比較期作間抽穗期及爾後之NAR（即以NAR曲線所含括之面積

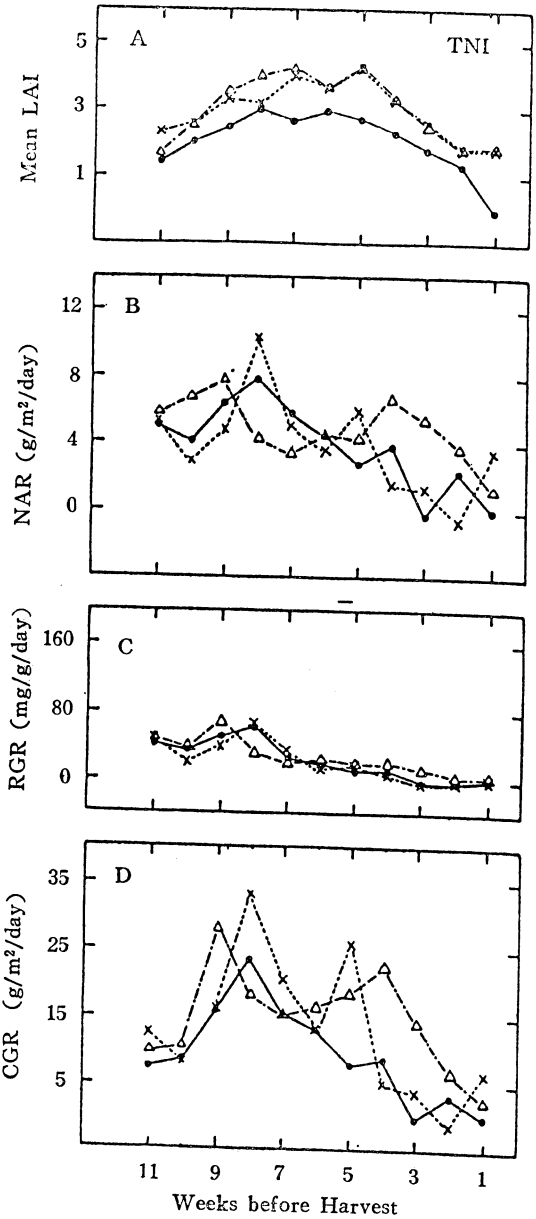

圖11. 第一期臺南五號平均葉面積指數，淨同化率，相對生長率及作物生長率之年度變化。圖內符號如圖1所示。

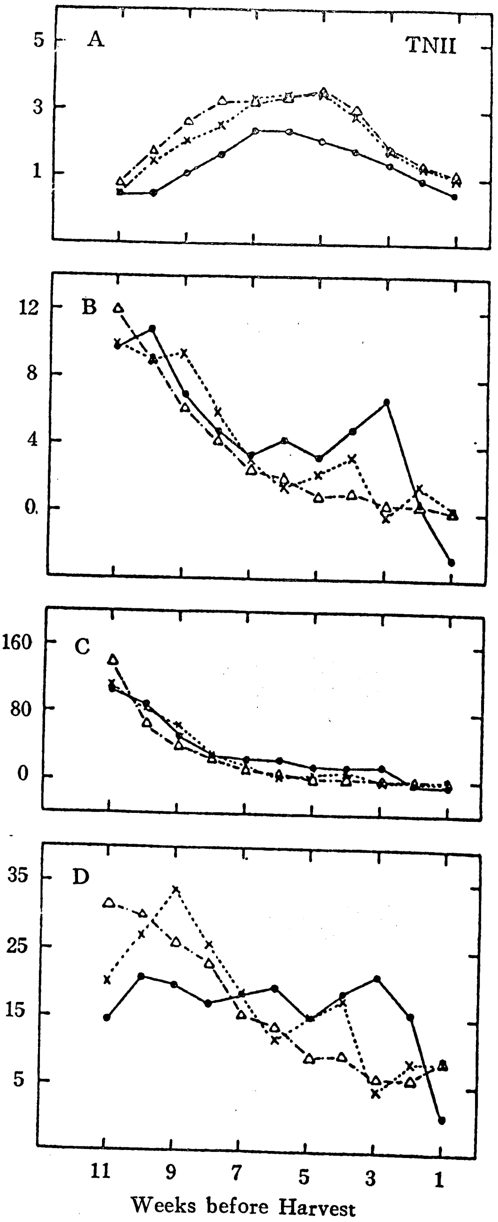

圖12. 第二期臺南五號平均葉面指數，淨同化率，相對生長率及作物生長率之年度變化。圖內符號如圖1所示。

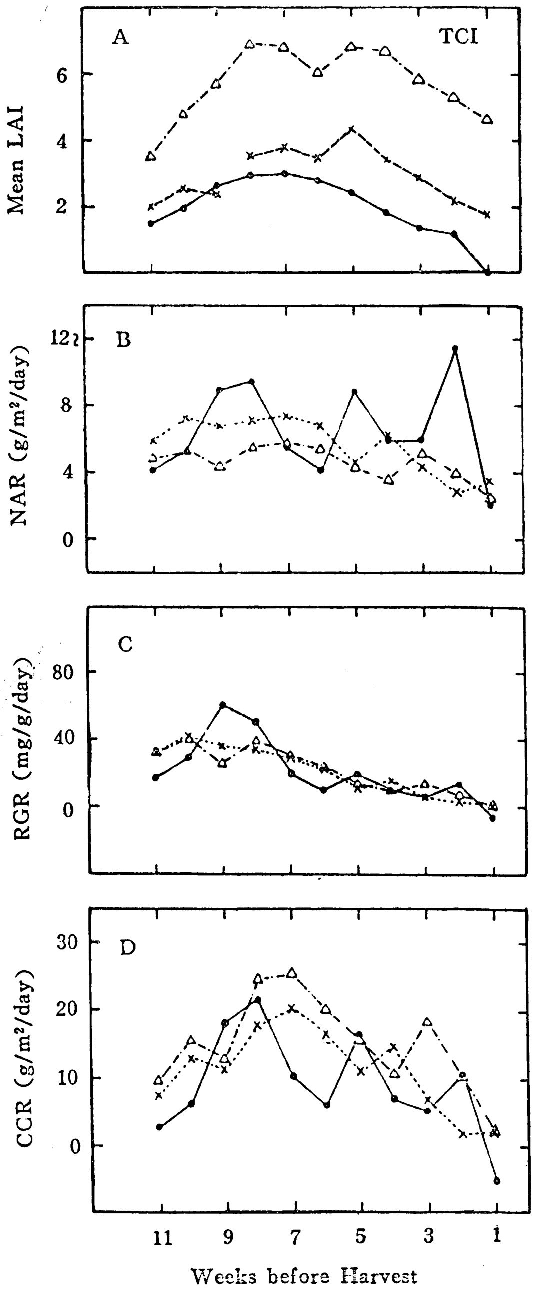

圖13. 第一期臺中秈三號平均葉面積指數，淨同化率相對生長率及作物生長率之年度變化。圖內符號如圖1所示。

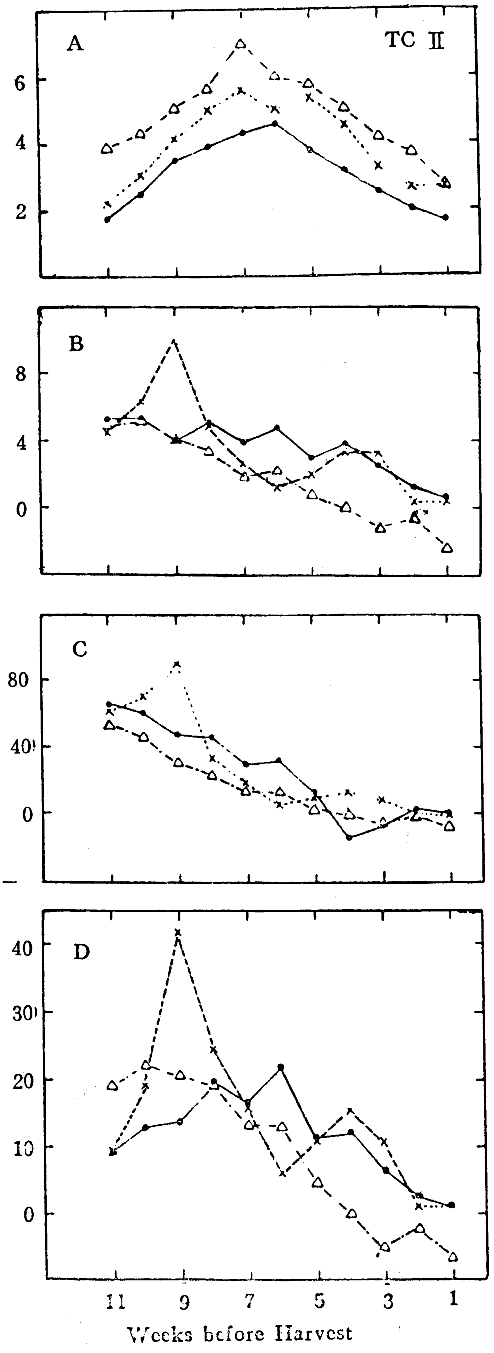

圖14. 第二期臺中秈三號平均葉面積指數，淨同化率，相對生長率及作物生長率之年度變化。圖內符號如圖1所示。

和）則TN-Ⅰ大於TN-Ⅱ(11.0單位比6.5單位)，TC-Ⅰ亦大於 TC-Ⅱ（11.6單位比6.3單位）。兩稻種作物生長率（CGR, g/m² land area/day）年度間及季節性之變化與 NAR 之變化相似（圖11—16，B）。由以上資料所示 CGR 值受 NAR 之影響大於 mean LAI 爲大。同樣，相對生長率（RGR）年度間及季節性之變化受NAR 之影響大於葉面積（LAR）爲多（圖11—16，C，及圖17)。兩稻種之 LAR 除在A期一期作小於二期作較多外，其他四個生長期之間差異頗小。

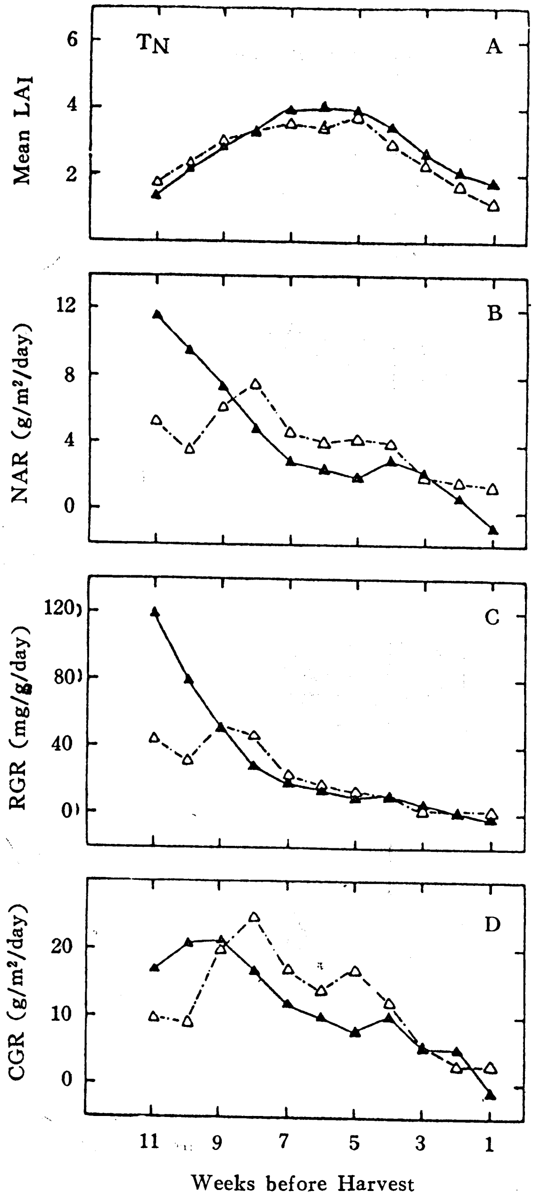

圖15. 第一、二期臺南五號平均葉面積指數，淨同化率，相對生長率及作物生長率年度平均値之變化。圖內符號如圖2所示。

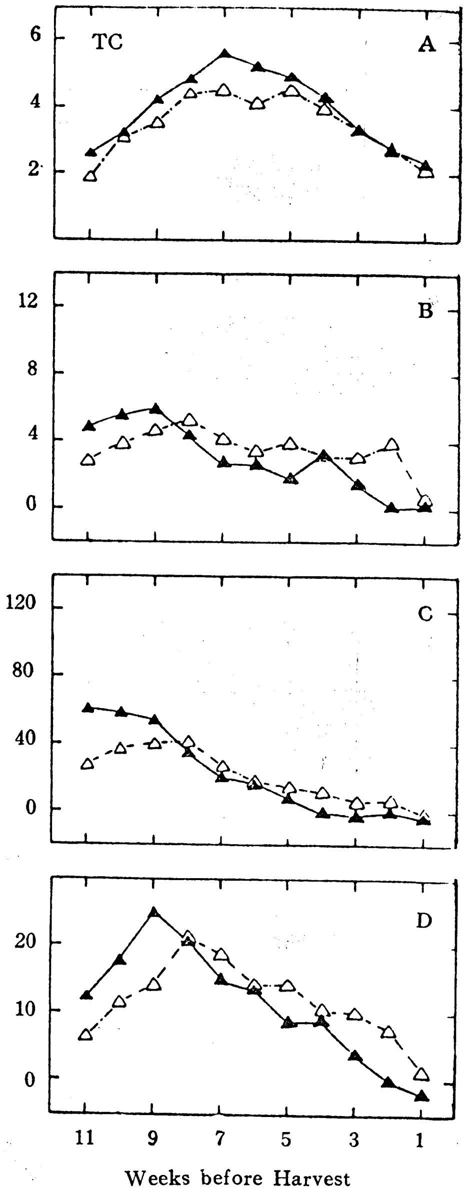

圖16. 第一、二期臺中秈三號平均葉面積指數，淨同化率，相對生長率及作物生長率年度平均値之變化。圖內符號如圖2所示。

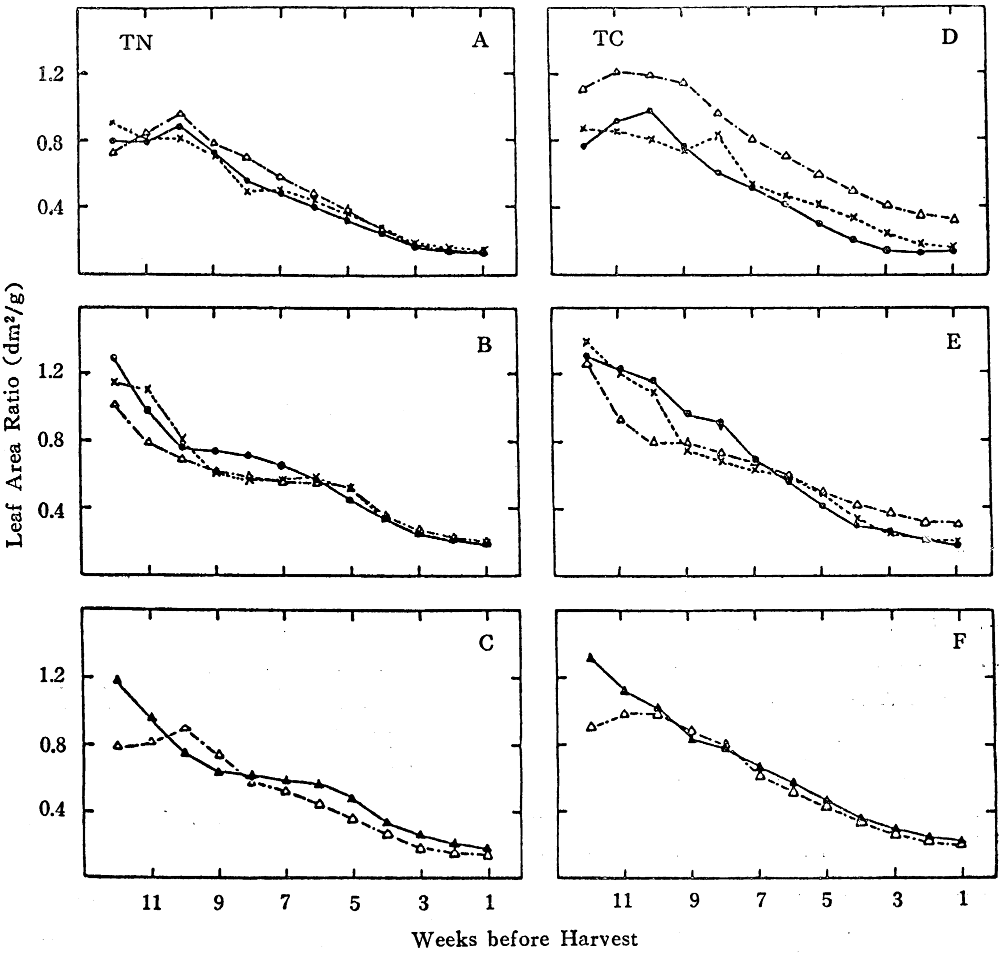

圖17. 臺南5號（左圖）及臺中秈3號（右圖）年度及年度平均葉面積比之變化。圖內符號如圖1及圖2所示。

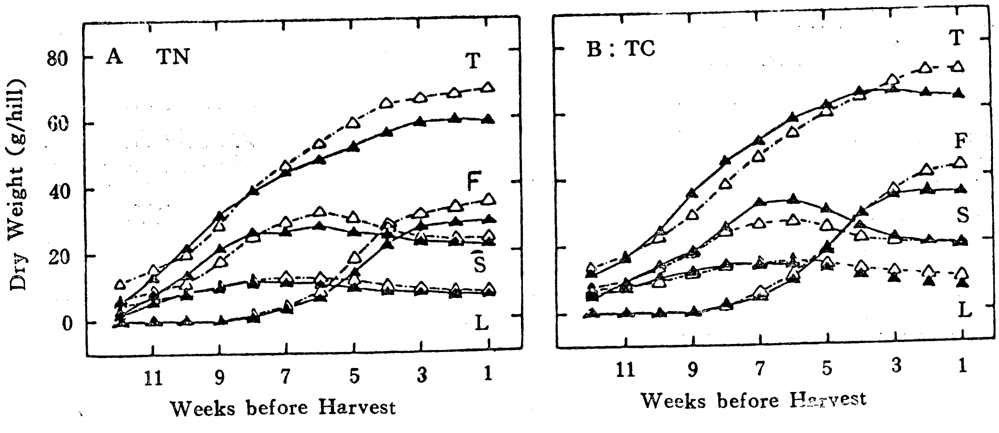

圖18. 臺南5號（A圖）及臺中秈3號（B圖）年度平均乾物重之變化T：全乾物質，F：穗重，S：稈重，L：葉重。圖內符號如圖2所示。

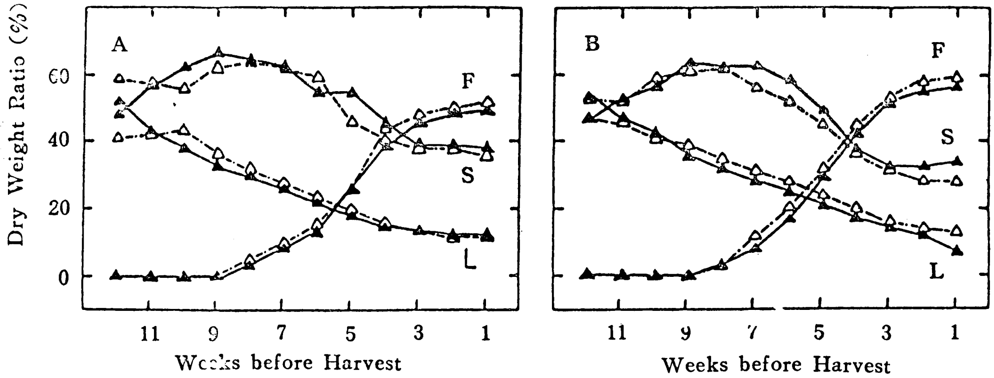

圖19. 臺南5號（A圖）及臺中和3號（B圖）年度平均乾物重比之變化F：穗重比，S：稈重比，L：葉重比。圖內符號如圖2所示。

水稻之營養期及生殖期養份之貯存，光合率以及同化物流至谷粒量之大小，影響谷物之產量。若將三年度兩稻種之一、二期作乾重及各器官乾物重加以平均，以其平均值及生長期變化之關係表示（圖18），在孕穗期（B期），TN-Ⅰ 之乾物重均小於TN-Ⅱ；而其他各期 TN-Ⅰ 皆高於 TN-Ⅱ。但 TC-Ⅰ 之乾物重僅於成熟後期大於TC-Ⅱ。兩稻種一、二期作乾物重變化之曲線相似；如抽穗期後（稈重加葉重）減少的曲線與穗重增加的曲線，兩期作均呈逆對稱。同時，$W_{T1}-W_{T2}$ 之差異幾等於 $W_{F1}-W_{F2}$ 之差異，表示一期作稻生殖期之光合物輸送至谷粒效率頗高，同時，二期作稻櫱貯存之養份輸送至谷粒之量大於一期作稻，蓋因櫱重自抽穗期後降低之速率，二期作大於一期作。

兩稻種一、二期作淨光合物對莖、葉及穗分配情形相類似（圖19），故可推測二者之 CGR 及 NAR 之變化，影響到植物營養器官養份之貯存及充實率，進而左右稻谷收量。①兩稻種二期作之葉乾重比於A期最大。稈乾重比自A漸增至B期達最大，於C期穩定，然後再下降，而葉之乾重却是自A期即漸減至E期。②兩稻種一期作之穗乾重比均高於二期作。③若與穗及葉之乾重比而言 TC-Ⅰ 自孕穗期後均大於 TC-Ⅱ；然而稈乾重比 TC-Ⅰ小於 TC-Ⅱ。

（C）光合作用及呼吸作用：

於室外自然環境且晴天，一天24小時內，二稻種一、二期作各生長期白天之光合率，夜間呼吸率及光度之變化如圖20及21所示（69年度為例），圖中顯示：①白天之光合率隨太陽光强度大小而變；在A、B、C期中更爲顯著，此時期飽和光度大於1000μE/m^2/sec，但在E期，光合率小且呈平坦型之曲線，而飽和光度僅爲 300μE/m^2/sec 左右，TC-Ⅰ之E期及TC-Ⅱ之D、E期之光合率從上午九點起下降；然而TN之同一生長期之光合率下降較遲且慢。②一期作稻每日光合作用的時間很平穩，自A期13小時至E期的13.2小時；而二期作稻自A期 12.5小時至E期時却減至9.5小時。③一期作稻之日照仍然保持與前期相似，但二期作稻則降低很多（圖20，21）。由以上資料顯示，第一期作稻比二期作稻有較多的時間及强日照行光合作用之機會；相對的，每日夜間呼吸作用的時間，二期作較一期爲長；即表二期作稻所消耗之物質可能較一期爲多。

若由圖20及圖21全日24小時內所包括之面積求得日間光合率及夜間呼吸率，再由三個年度（68、69、70）所得之光合率（mg CO_2/hill/day）及呼吸率（mg CO^2/hill/day）之平均值以圖22表示，可知 TN-Ⅰ 自A至C期之光合率緩慢上升（圖22A），約達 1100 左右，自C至E期即逐漸下降至700左右；TN-Ⅱ亦由A至B期升高達 1100左右，但自B期後即以線形急遽下降至C期約 850，再降至E期300左右。TC-Ⅰ 及 TC-Ⅱ 之光合率隨生長期之變化與 TN 類似（圖22C）；TC-Ⅰ 在C期時之光合率爲最大，約 1200；在E期最小，約

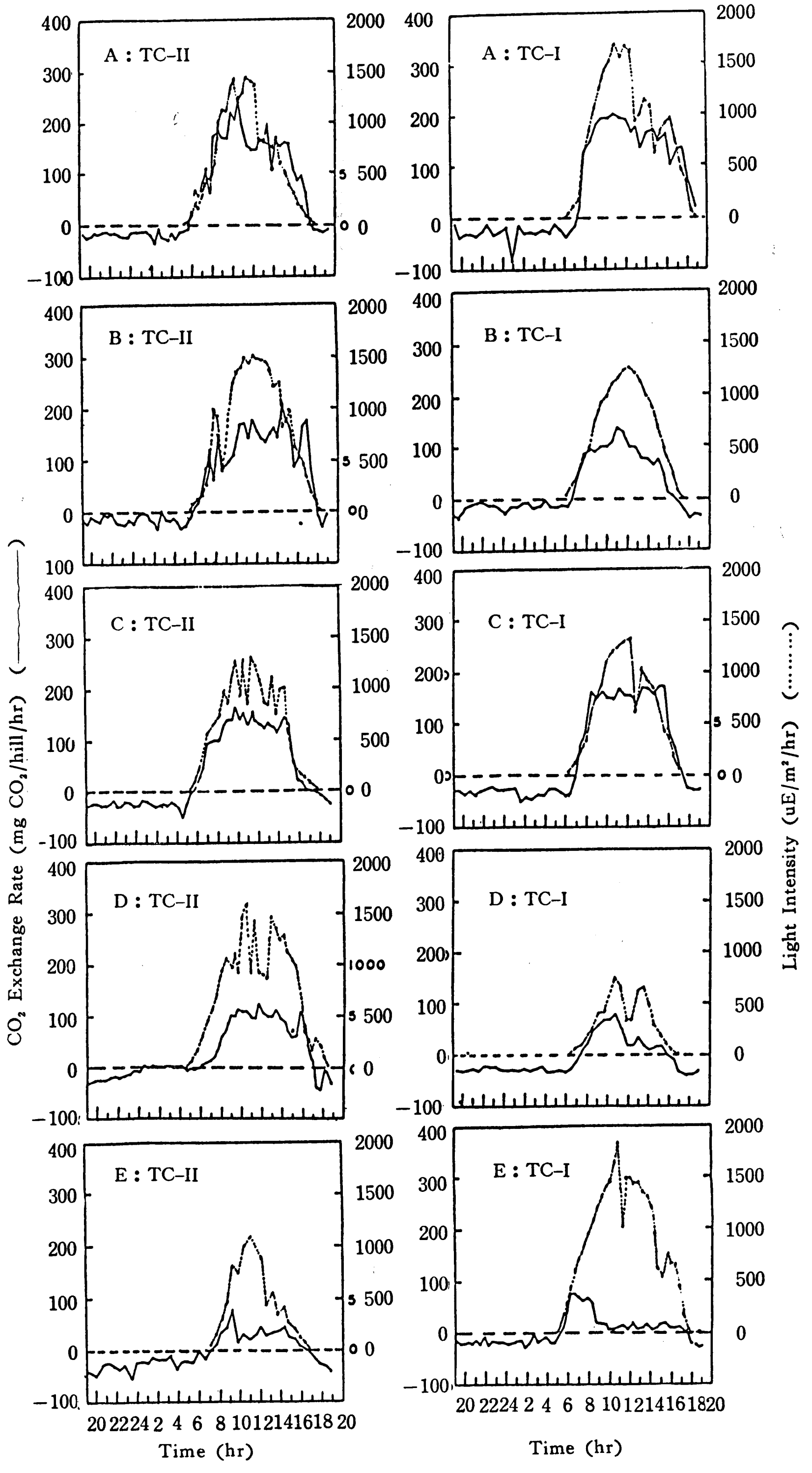

圖20. 第一、二期臺中秈3號不同生育期之日間光合率及夜間呼吸率全天之變化。

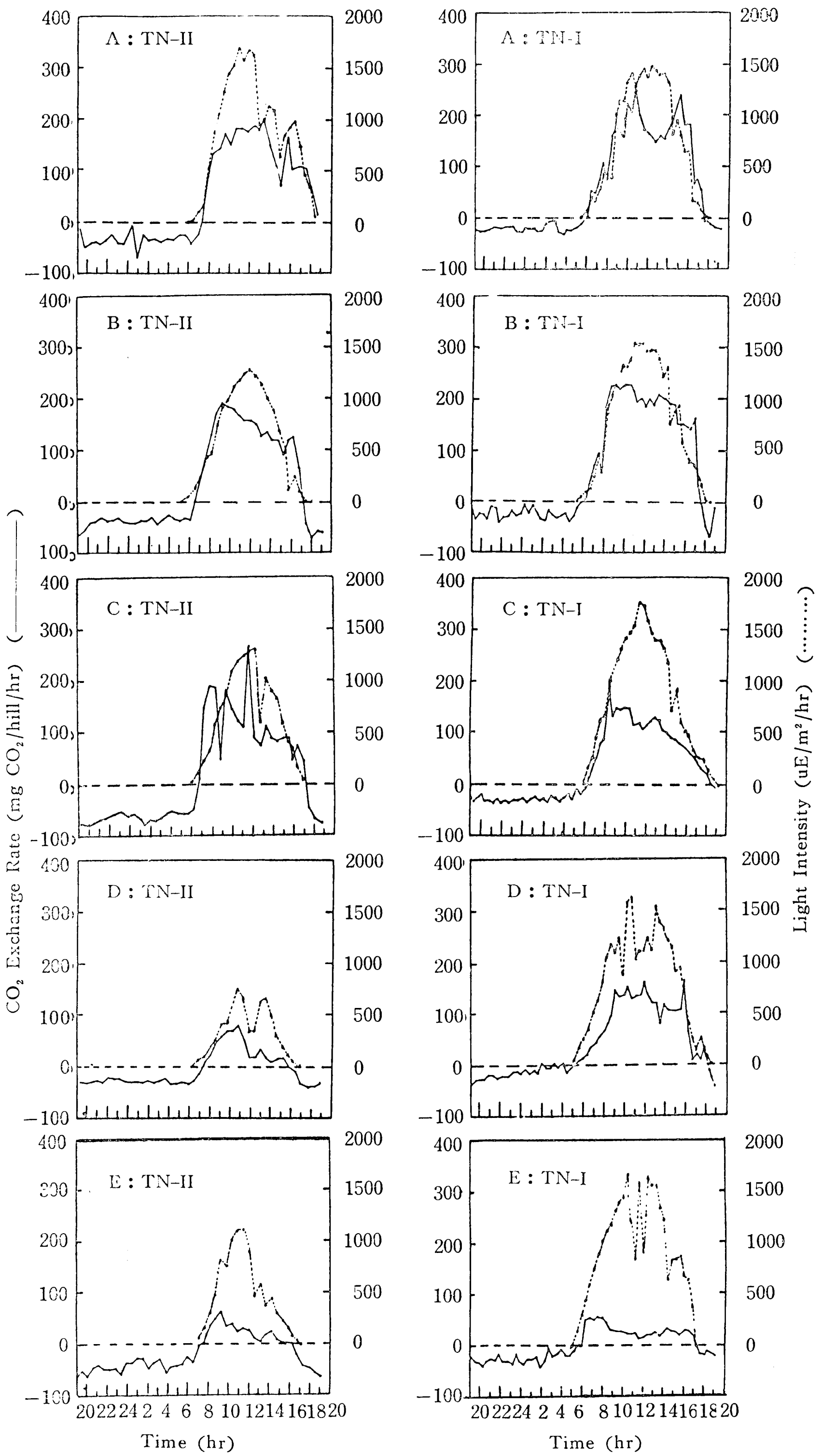

圖21. 第一、二期台南5號不同生育期之日間光合率及夜間呼吸率全天之變化。

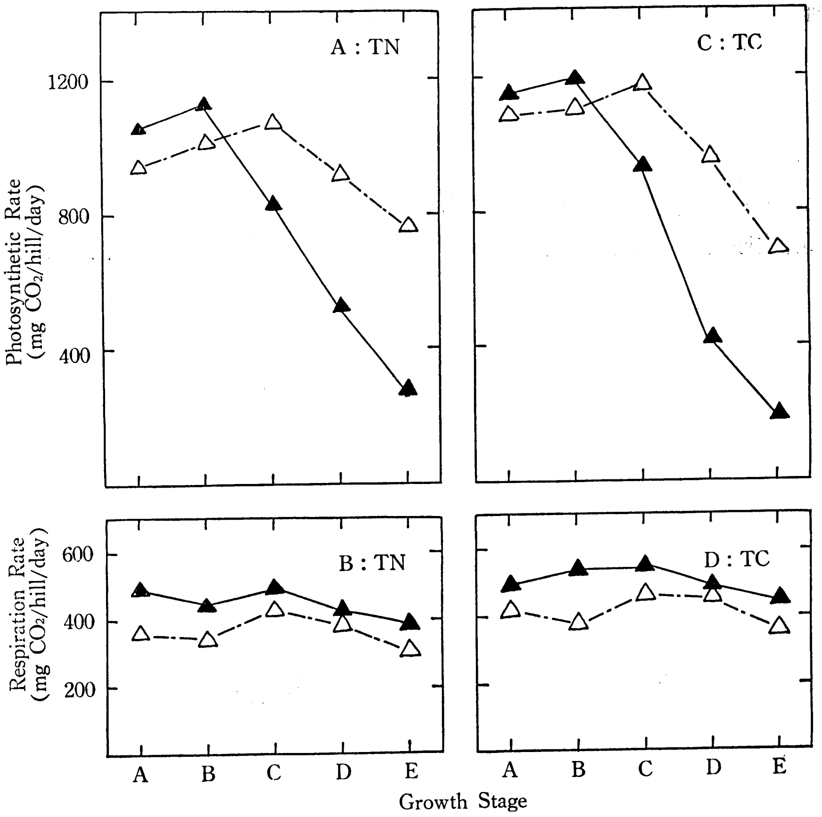

圖22. 水稻一、二期作整欉日間光合率及夜間呼吸率年度平均值之變化。

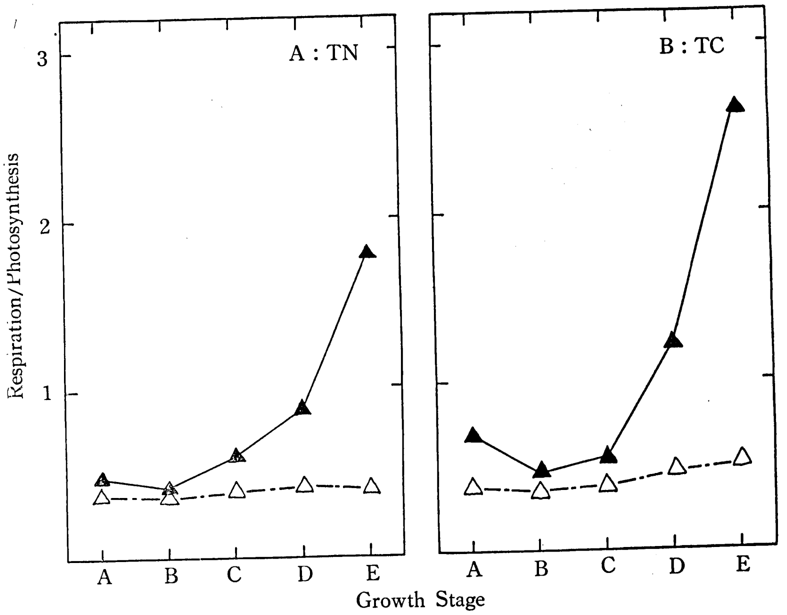

圖23. 第一、二期作稻不同生育期夜間呼吸率與日間光合率比值之年度平均值變化。

700；TC-Ⅱ 則以B期為最高，約1200，而E期約200 為最低。若比較兩稻種一、二期之光合率可知：自A至B期兩稻種之二期作均大於一期作，但自C至E期，一期則皆大於二期且二者之差異逐漸增大。兩稻種一、二期作之呼吸率自A至E期均無較大之變化（圖22B、D），以C期最大，E期最小，且兩稻種二期作之呼吸率均大於一期作。

綜合圖22之A與B及C與D可得圖23之A及B，由圖23得知：兩稻種一期作呼吸率對光合率之比值並無明顯之變化；但二期作由於兩稻種之光合率從B期後即急遽下降（圖22A、C），導致呼吸率對光合率之比值急遽上升；TN-Ⅱ 從B期0.43增加至E期之1.8增加約4.2倍之多，TC-Ⅱ 從B期之0.46升高至E期2.6，升高5.7倍。

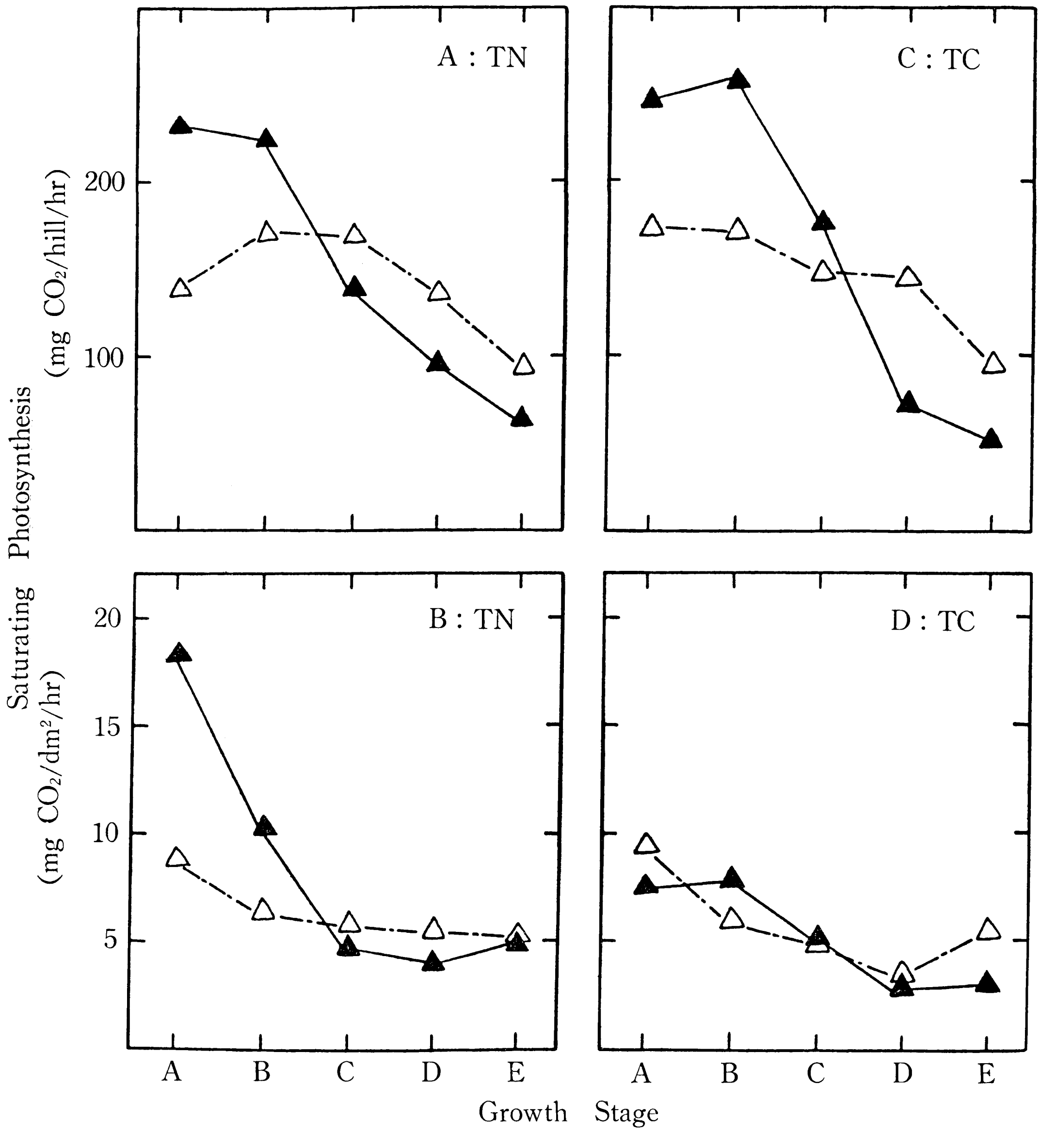

圖24. 第一、二期作稻單位葉面積日間光合率與夜間呼吸率年度平均值之變化。

若以葉片單位面積爲主以（mg $CO_2/dm^2/hr$）表示兩稻種之光合率及呼吸率如圖24所示。由於在各生長期兩稻種之葉面積均有變化（圖5－8），其接受光之效率也有差異，故其光合率約在1到7個單位之間（圖24A－C），TN-Ⅰ 與 TC-Ⅰ 均由A期下降至B期，B至E期略爲升高，自C期再降至E期爲最低（TN-Ⅰ 爲1.9，TC-Ⅰ爲2.6）。而 TN-Ⅱ 與 TC-Ⅱ 之變化較大， TN-Ⅱ由A期最高6.8急遽下降至 C期 2.7，然後繼續降至 E期最低 1.5； TC-Ⅱ 亦以 A 期最高 4.2，便急速下降至 C 期 2.25，再降至 E 期 1.0。兩稻種一期作之呼吸率變化的起伏不大 ，而 TN-Ⅱ

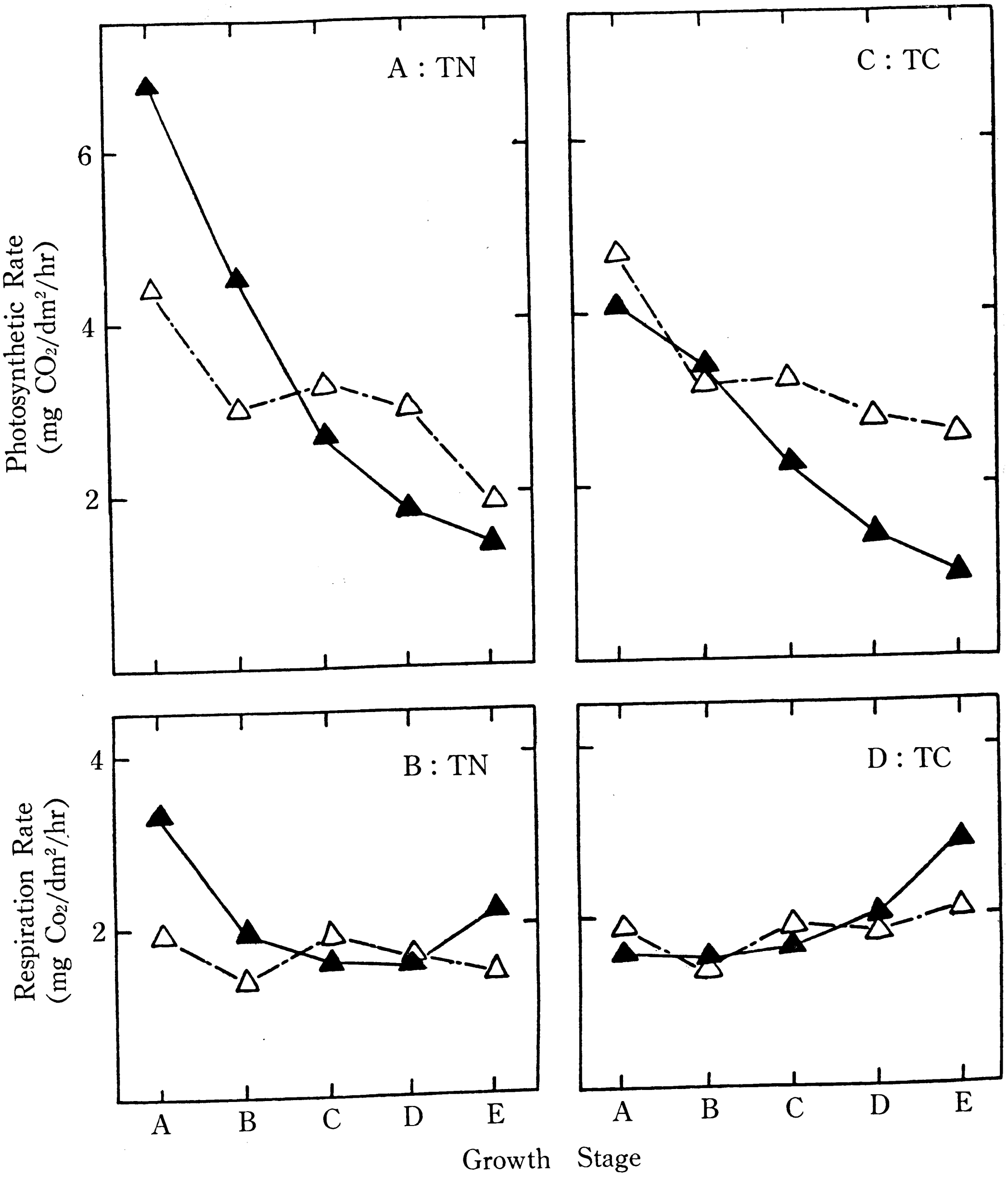

圖25. 水稻第一、二期作日間飽和光合率年度平均値之變化。

雖自A降至D期，但後又有升高的現象，TC-Ⅱ除A期略高於B期外，從B期至E期有逐漸增加的趨勢。

飽和光合率之變化可由圖25所示：若以（mg CO_2/hill/hr）爲單位（圖25A、C），除TN-I A至B期增加外，兩稻種其餘四個生長期均有逐漸

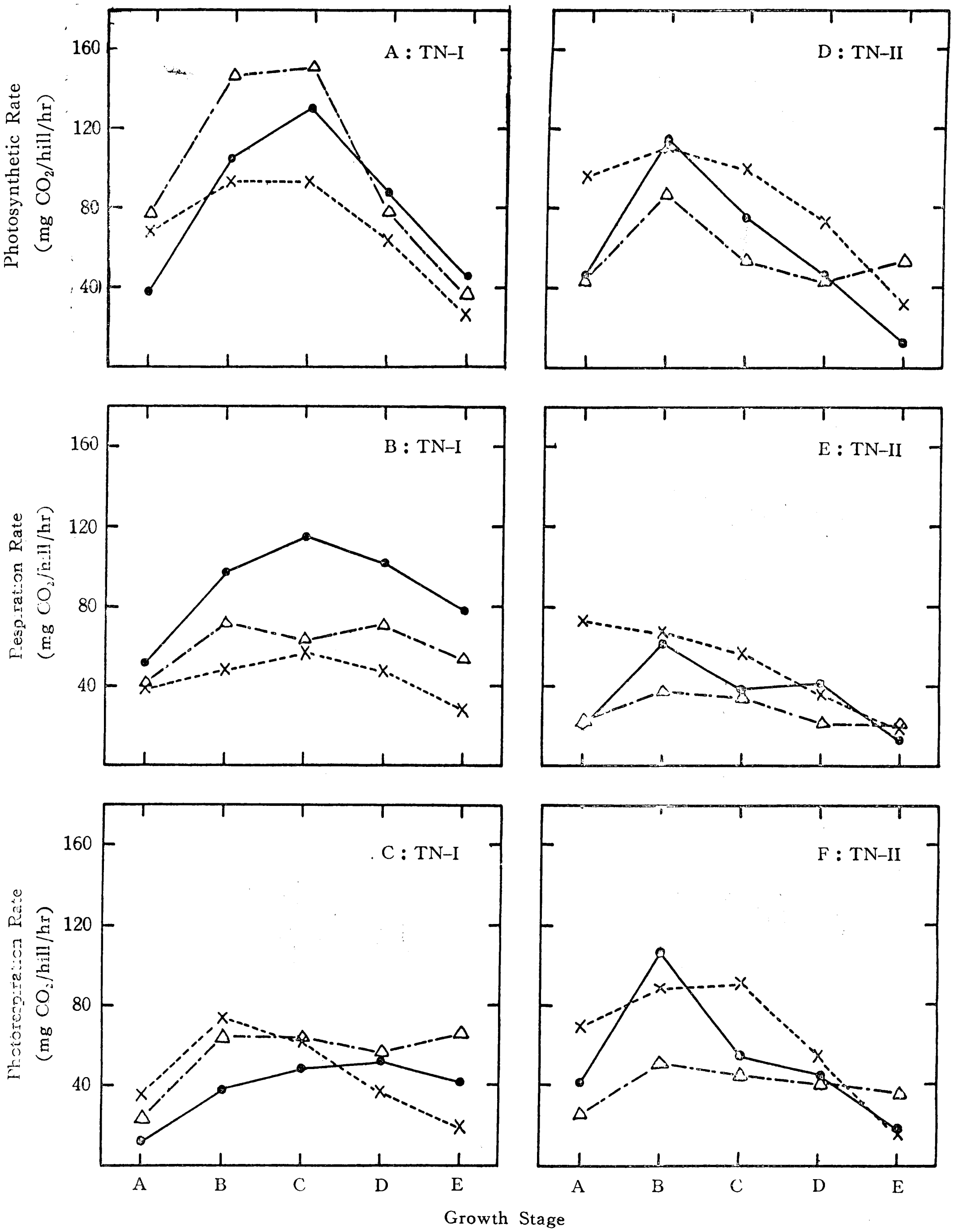

圖26. 第一、二期作臺南5號整欉光合率，呼吸率及光呼吸率之年度變化。

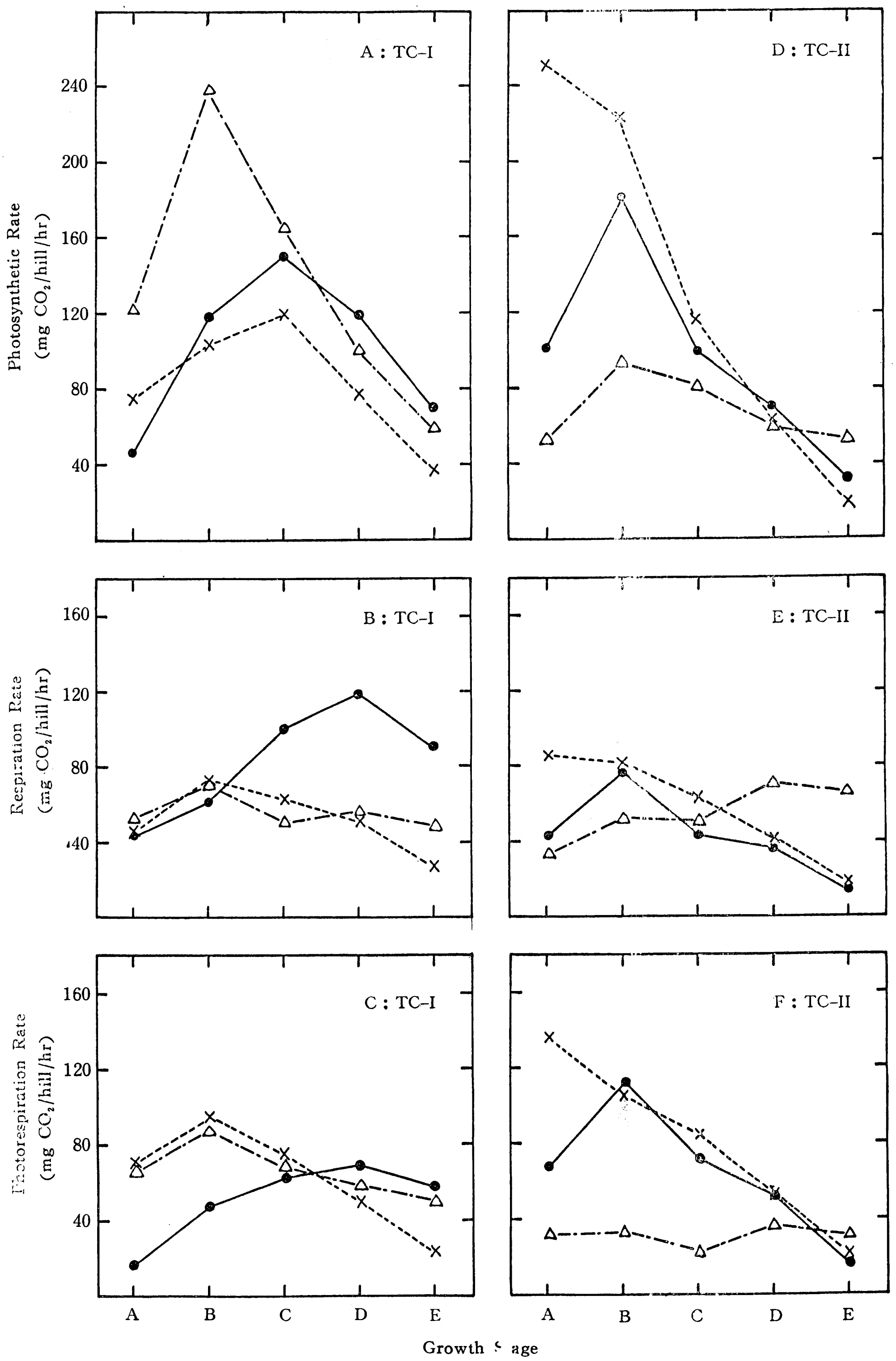

圖27. 第一、二期作臺中秈3號整欉光合率，呼吸率及光呼吸率之年度變化。

緩慢下降之趨勢。TN-Ⅱ自A期最高235略降至B期，自B期起即急遽下降至C期 140，然後繼續降至最低之E期65；而TC-Ⅱ却由略增加至B期最高257 ，自B期後便急速下降至C期63，再繼續降至最低之E期50。TN-Ⅰ在C期時高於 TN-Ⅱ 約30，而TC-Ⅰ在C期却小於 TC-Ⅱ 約25。若以（mg $CO_2/dm^2/hr$）爲單位來表示飽合光合率之變化（圖25B、D），可知：TN-Ⅰ 從最高之A期漸降至E期，而 TN-Ⅱ 却由最高之A期18急遽降至C期5，再緩慢降至D期4，但又略升至E期5。T

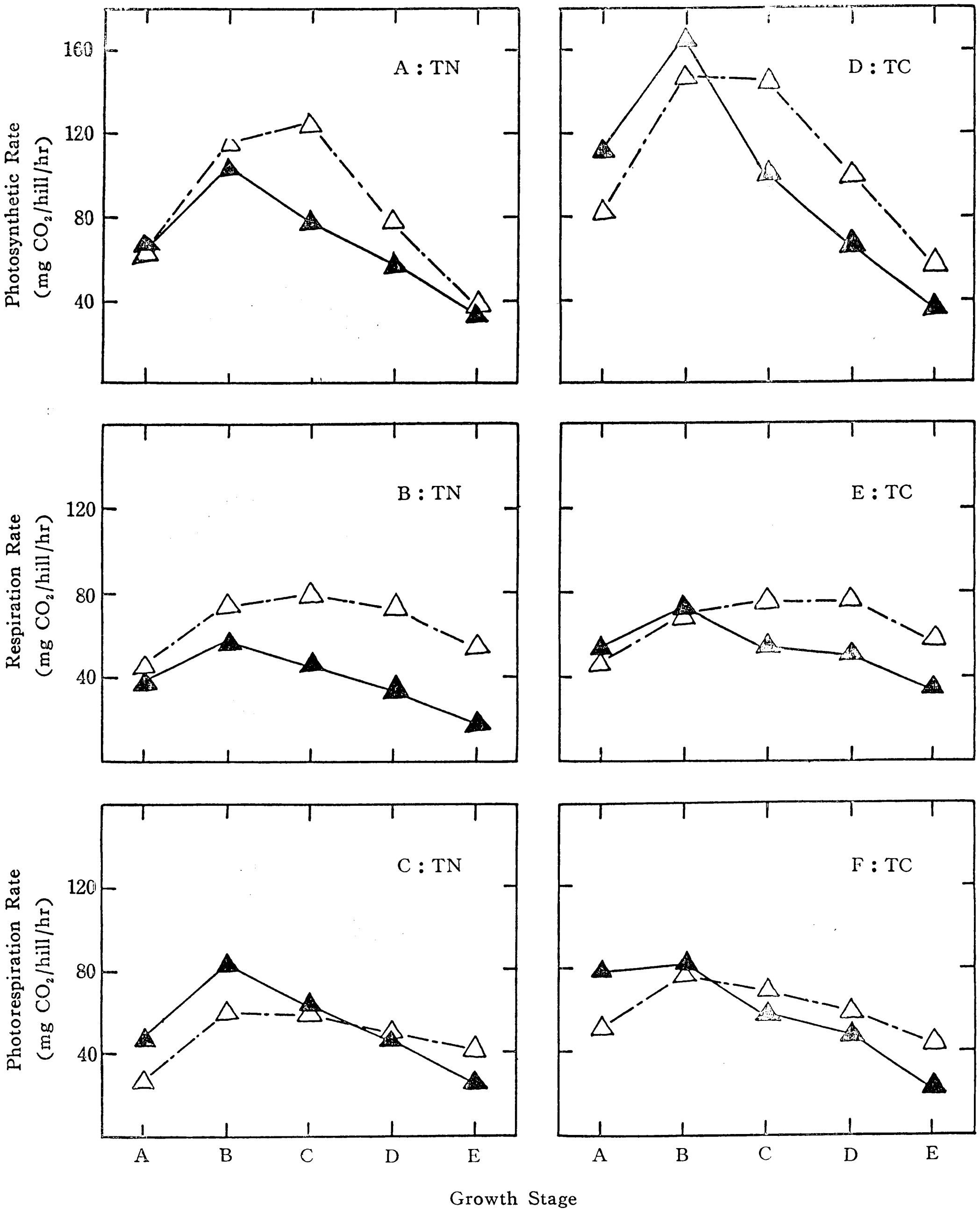

圖28. 水稻第一、二期作整欉光合率，呼吸率及光呼吸率年度平均值之變化。

C-Ⅰ從A期漸降至D期爲最低3.4，再由D期升高至E期5.5，而TC-Ⅱ在A至B期及D至E期略爲增高外，自C至D却呈線形緩慢降低。兩稻種在C，D及E期，一期作之數值均高於二期作。

上述室外光合作用與呼吸作用之測定除了在田間操作外，其餘方式皆與在室內植物生長箱內測定方式相同。室內測定，於水稻收穫前12週，每週定時將欲測之水稻移置於植物生長箱內，在控制的生長環境下，測定其光合率，呼吸率及光呼吸率等項目。將CO_2交換率與生長期間之關係作成圖形（圖26—31）。若以整欉水稻爲標準來比較68、69、70年度間之關係：①光合率（mg CO_2/hill/hr）大小順序爲ⓐ TN-Ⅰ 68, TN-Ⅰ 70, TN-Ⅰ 69；ⓑTN-Ⅱ 69, TN-Ⅱ 70, TN-Ⅱ 68；ⓒTC-Ⅰ 68, TC-Ⅰ 70, TC-Ⅰ 69；ⓓTC-Ⅱ 69, TC-Ⅱ 70, TC-Ⅱ 68等。一般光合率隨生長期之變動而變化，一期作最大光合率在C期（抽穗期），而二期作提早於B期（孕穗期），其特殊之處爲TC-Ⅱ69，由A期230單位依序下降至E期 20單位，其間相差11倍之多。TC-Ⅰ 68 在B期最大，值爲 218（圖 27A、B），最小光合率爲 E 期（成熟後期）。②三個年度兩稻種一、二期作光合率之平均值如圖 28A及D所示。最大光合率分別爲 TN-Ⅰ C期125單位，TN-Ⅱ B期104單位，TC-Ⅰ B期147單位及 TC-Ⅱ B期 164單位等。均以E期爲最小。TN-1 A期，TC-Ⅰ A 及B期之光合率均低於二期作之相對期外，其他各生長期兩稻種之光合率一期作均高於二期作。③呼吸率(mg CO_2/hill/hr) 其大小順序爲ⓐ TN-Ⅰ 70, TN-Ⅰ 68, TN-Ⅰ 69；ⓑTN-Ⅱ 69, TN-Ⅱ 70, TN-Ⅱ 68（圖26 B、E）；ⓒTC-Ⅰ 70, TC-Ⅰ 69, TC-Ⅰ 68；ⓓTC-Ⅱ 69, TC-Ⅱ 68, TC-Ⅱ 70（圖27B、E）等。呼吸率受生長期變動之變化較光合率爲緩和。④比較兩稻種一、二期作平均呼吸率，除TC-Ⅰ A及B期略低於TC-Ⅱ外，一期作其餘各生長期的呼吸率均大於二期作之相對值很多。最大呼吸率分別爲 TN-Ⅰ C期 78單位，TN-Ⅱ B期 55單位，TC-Ⅰ C期75單位及TC-Ⅱ B期71單位等。⑤光呼吸率（mg CO_2/hill/hr）之大小順序爲ⓐ TN-Ⅰ 68, TN-Ⅰ 69, TN-Ⅰ 70；ⓑTN-Ⅱ 69, TN-

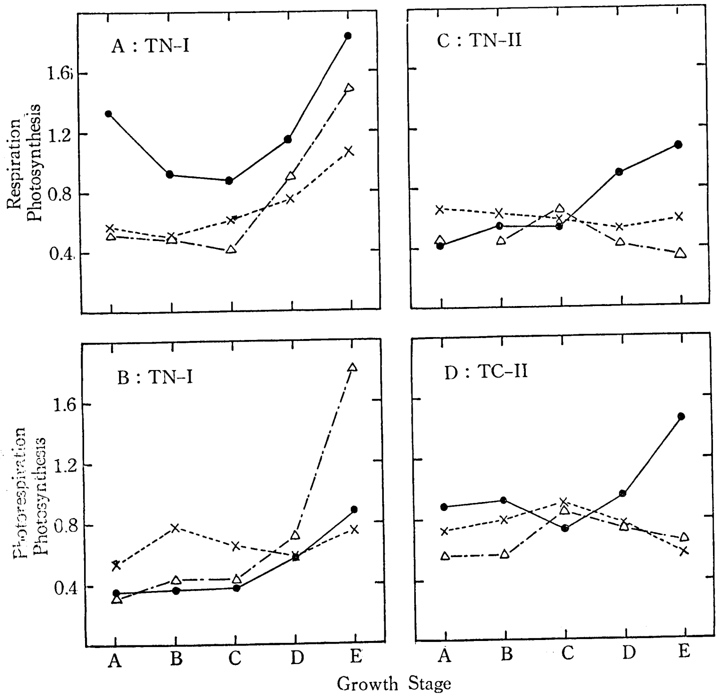

圖29. 臺南5號第一、二期作不同生育期之呼吸率及光呼吸率與光合率比值之年度變化。

Ⅱ 70, TN-Ⅱ 68 (圖26C、F) ；ⓒTC-Ⅰ 68, TC-Ⅰ 69, TC-Ⅰ 70；ⓓTC-Ⅱ 69, TC-Ⅱ 70, TC-Ⅱ 68 (圖 27C、F) 等。同樣地，光呼吸率受生長期之變動影響較小。若比較兩稻種一、二期作平均之光呼吸率， TN-Ⅰ A、B及C期均低於相對之 TN-Ⅱ；而 TN-Ⅰ 在D及E期均高於 TN-Ⅱ。TC-Ⅰ A 及B期低於相對之 TC-Ⅱ，而後期在 C、D及E期中 TC-Ⅰ 均高於 TC-Ⅱ。最大光呼吸率分別爲 TN-Ⅰ B期50單位，TN-Ⅱ B 期81單位， TC-Ⅰ B期77單位及 TC-Ⅱ B期81單位等。其均以E期之光呼吸率爲最低。

若比較68、69及70年度一、二期作稻光合率、呼吸率及光呼吸率三者間之比値（以光合率爲分母），結果如圖29及30所示：①多數呼吸率與光合率之比値介於 0.4～0.8之間，大於１者有ⓐ TN-Ⅰ 68E期，69 E期，70A、D及E期；ⓑTN-Ⅱ 70 E期；ⓒ TC-Ⅰ 70 E期；ⓓTC-Ⅱ 68D 及 E期（圖 29A、C及圖 30A、C）。通常二者之比値在C至E期有升高之趨勢，可能由於光合率降低之速率大於呼吸率所引起。比値大小順序分別爲ⓐ TN-Ⅰ 70, TN-Ⅰ 69, TN-Ⅰ 68；ⓑTN-Ⅱ 70, TN-Ⅱ 69, TN-Ⅱ 68；ⓒTC-Ⅰ 70, TC-Ⅰ 69, TC-Ⅰ 68；ⓓTC-Ⅱ 68, TC-Ⅱ 69, TC-Ⅱ 70。若將三個年度之呼吸率與光合率之比値以一、二期作之平均値表示如圖 31A及 C ：①數值介於0.5至0.8間，TN-Ⅰ大於TN-Ⅱ，同樣地，TC-Ⅰ也大於 TC-Ⅱ（圖 31 A、C）。② TN-Ⅰ 及 TC-Ⅰ 均呈凵字形變化，而 TN-Ⅱ 及 TC-Ⅱ，數值之變化很緩和。③兩稻種最大之比値在E期，最低値則在B期。光呼吸率和光合率之比値與呼吸率和光合率之比値相似（圖29—30B及D），多數之數値也以E期爲最大，如 TN-Ⅰ 68E期可達1.73；TN-Ⅰ70 E期 1.47及 TC-Ⅱ 69 E期 1.08，其他皆介於0.3至0.9之間。若比較兩稻種期作間之差異如圖31B 及D所示：①TN-Ⅰ小於 TN-Ⅱ；TC-Ⅰ與 TC-Ⅱ 數値相似 ，各生長期互有差異 ，兩稻種一期作之E期均大於二期作。

兩稻種二、一期（Ⅱ/Ⅰ）光合率，呼吸率及光呼吸率年度之比値變化很大（0.5～4.0）。若將三個年度之比値分別以一、二期之平均値表示如圖

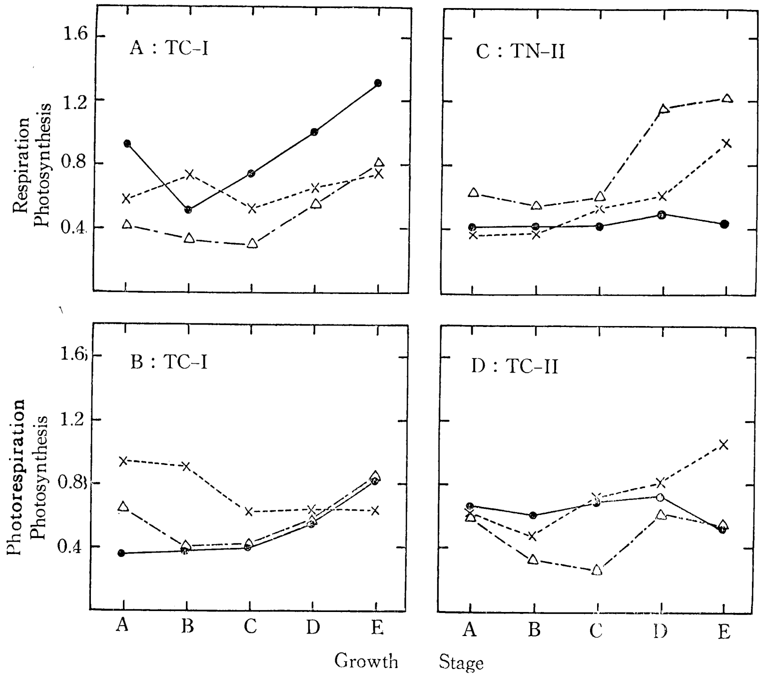

圖30. 臺中和3號第一、二期作不同生育期呼吸率及光呼吸率與光合率比値之年度變化。

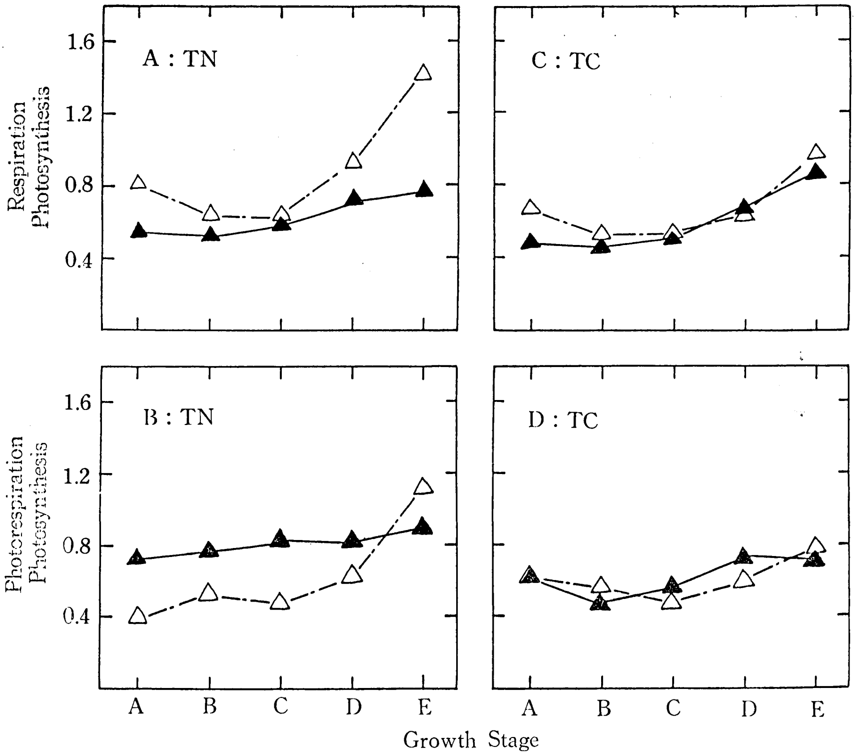

圖31. 水稻第一、二期作不同生育期呼吸率及光呼吸率與光合率比值年度平均值之變化。

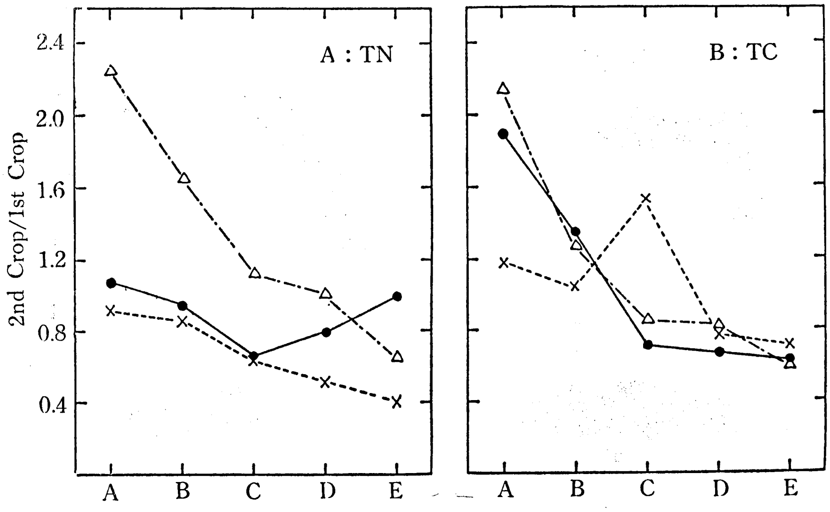

圖32. 不同生育期二、一期作稻光合率，呼吸率及光呼吸率比值之年度變化。

32：①TN 呼吸率及光呼吸率，Tc 光合率及光呼吸率之 II/I 比值自A期便急速下降至E期，例如TN 呼吸率自A期2.25下降至E期之0.65，二者相差三倍有餘，TN 光合率 II/I 之比值，以C期爲最低，TC 呼吸率之比值則以C期爲最高。

若將光合率、呼吸率及光呼吸率以單位葉面積

(mg/CO_2/dm^2/hr) 表示如圖33—35，即把整欉水稻對 CO_2 的交換率 (mg CO_2/hill/hr) 除每欉葉面積 (dm^2)。若比較三個年度單位面積對 CO_2 交換率，其間差異很大，如葉面積指數之變化一樣，其中以70年度之數值爲最大，這可能由於70年度兩稻種葉面積指數最小的緣故（圖５—６）由於整

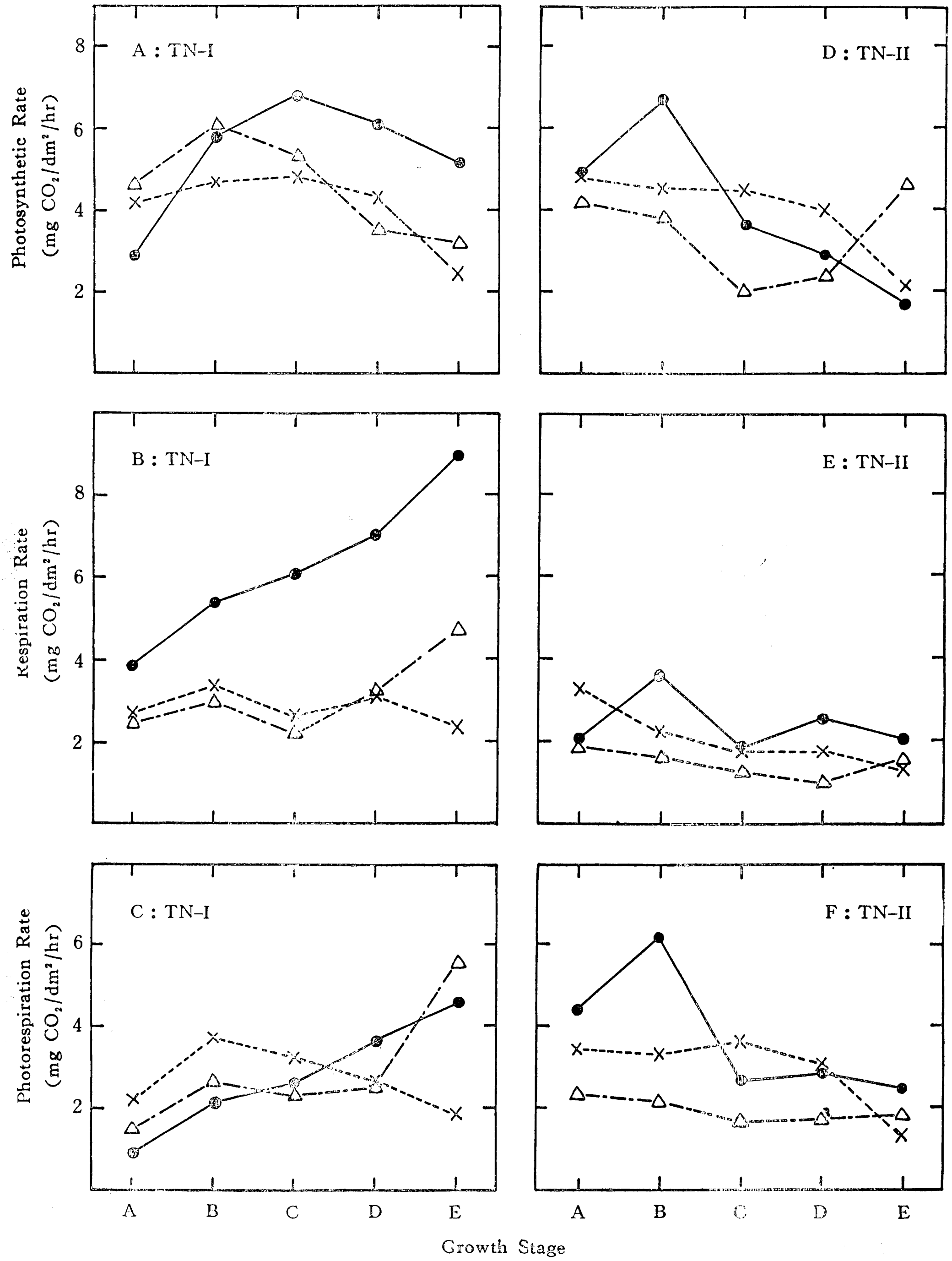

圖33. 第一、二期作臺南５號單位葉面積光合率，呼吸率及光呼吸率之年度變化。

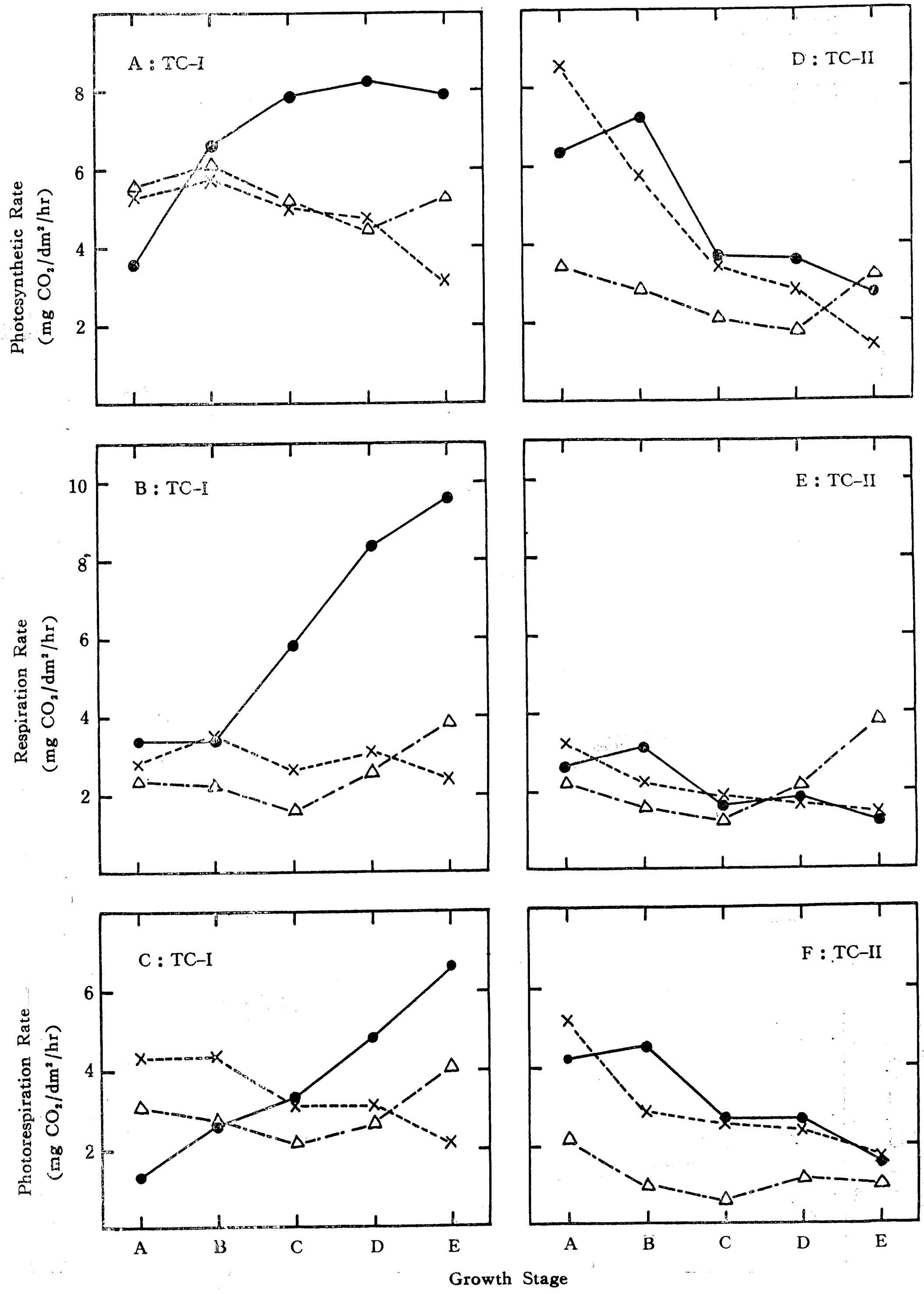

圖34. 第一、二期作臺中秈3號單位葉面積光合率，呼吸率及光呼吸率之年度變化。

欉不同部位之葉片相互間遮光，導致受光照機會減低，而提高單位面積之光合率，但整欉及單位葉面之光合率與生長期間之變化，二者相似，但有些呼吸率及光呼吸率如70年度之數值，二者之變化有幾期不同。若比較一、二期作年度平均值（圖35）可知：①兩稻種一、二期作中一期作A期之光合率低

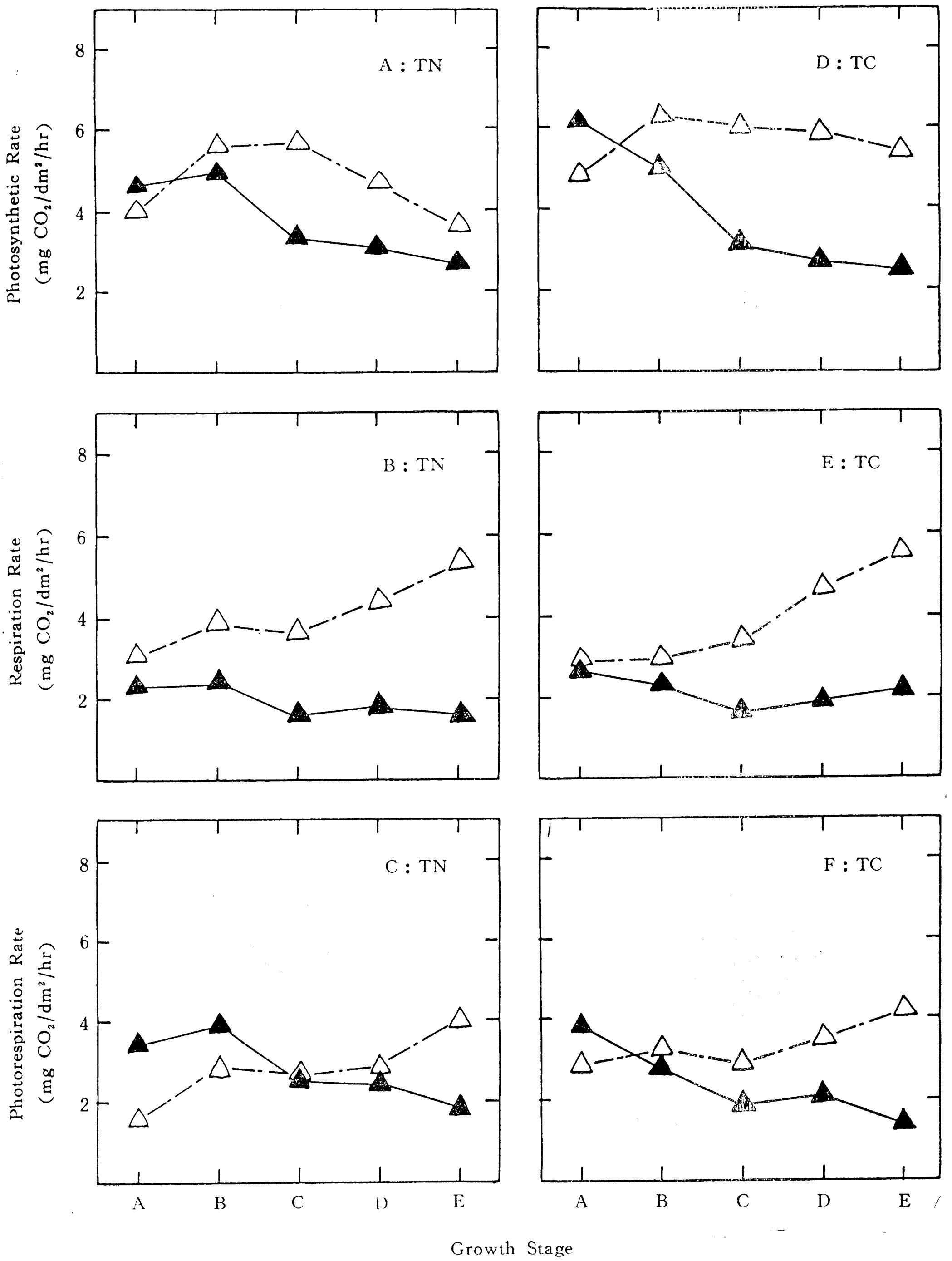

圖35. 水稻一、二期作單位葉面積光合率，呼吸率及光呼吸率年度平均值之變化。

於二期作，其他四個生長期一期作均高於二期作很多（圖35A、D）。②最大光合率（mg $CO_2/dm^2/hr$）分別為 TN-Ⅰ C期5.7，TN-ⅡB期5.0，TC-Ⅰ B期6.3及TC-Ⅱ A期6.2等。③若比較TN及TC光合率及生長期間之變化，TN-Ⅰ自C期即以線形急速下降至E期，TC-Ⅰ則自B期較緩慢地下降至E期，可知TN植株高，自C期後，稈彎曲使稻葉在空間之排列不利於吸收光能，而急速降低單位葉面積之光合率，而TC植株較低，在各生長期均保持相似之株型，使各生長期葉片之曝光之機會一樣。所以降低單位葉面積之光合率僅由於葉片老化增加所致，兩稻種一期作之呼吸率及光呼吸率均由A期到E期方向增加；二期作反而降低，結果兩期間在E期相差最大（圖35），如呼吸率TN-1 E期5.3對TN-Ⅱ E期1.6，TC-Ⅰ E期5.6對TC-Ⅱ E期2.2；光呼吸率，TN-Ⅰ4

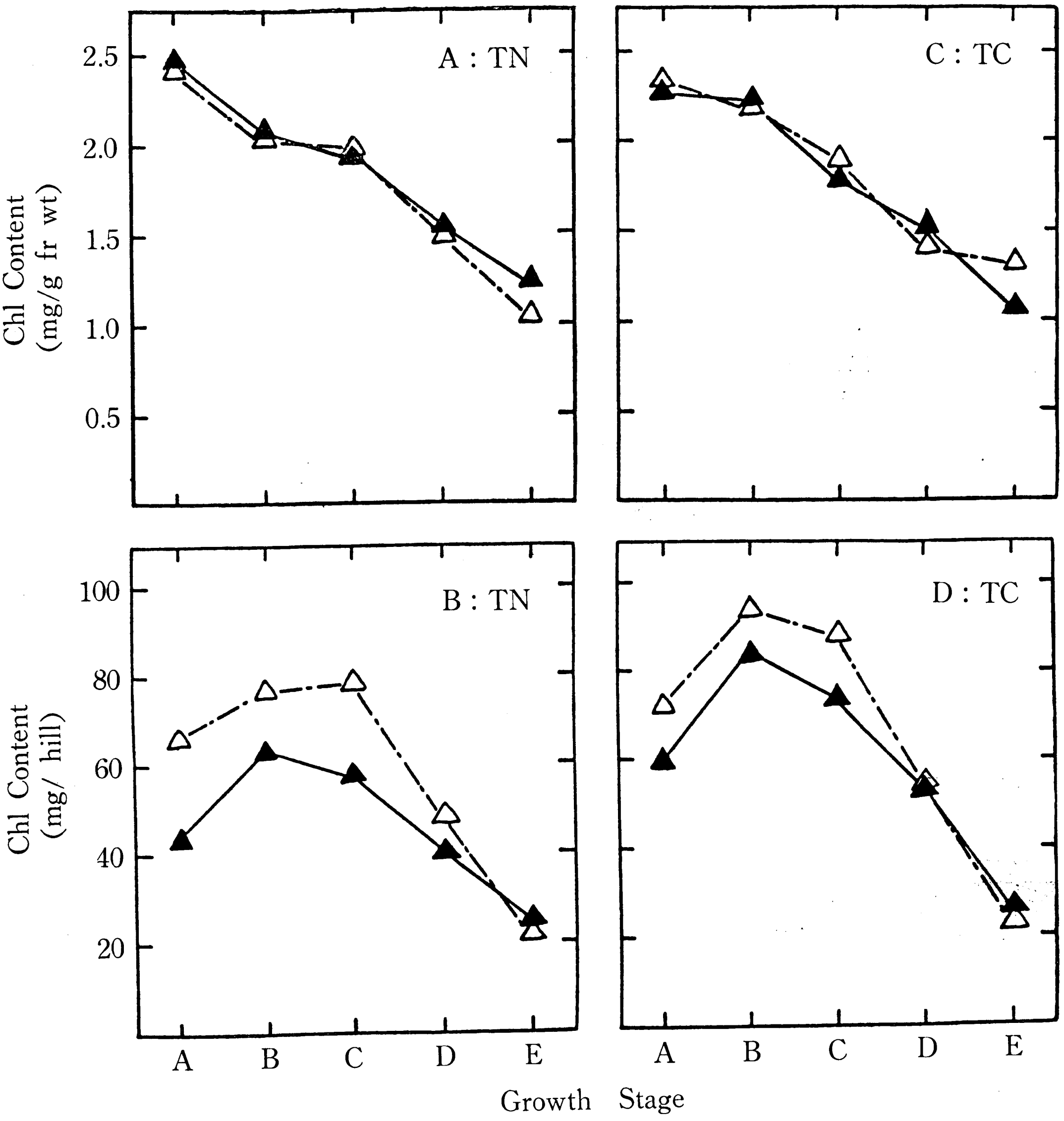

圖36. 水稻一、二期作整欉葉片及單位鮮重葉片葉綠素含量年度平均值之變化。

對 TN-Ⅱ 1.9 及 TC-Ⅰ4.2 對 TC-Ⅱ 1.9等。

（D）葉片葉綠素含量：

兩稻種一、二期三年度葉片葉綠素含量之平均值分別以 mg Chl/hill 及 mg Chl/g. fr. wt. 單位表示之（圖36）：葉綠素含量（mg Chl/hill）之變化隨其生長期之發展而變動，均由A期升高至B期，B、C期之間變化不大，可是從C期起呈線形急遽下降至E期最低， TN, TC 均是如此之變化。每稻欉最大葉綠素含量（mgChl/hill）分別爲：TN-Ⅰ C期79，TN-Ⅱ B期63，TC-Ⅰ B期94 及 TC-Ⅱ B期84；而葉綠素含量均以 E 期最小：TN-Ⅰ 22, TN-Ⅱ 25, TC-Ⅰ 23 及 TC-Ⅱ 26（圖36B、D）。若將兩稻種一、二期作之葉綠素含量以 mg Chl/g fr wt 單位示之，一期作從 A 期至D期均高於二期作，但在 E期，二期作(TN-Ⅱ 25, TC-Ⅱ 26）均高於一期作（TN-Ⅰ 22, TC-Ⅰ 23）。

（E）產量構成要素：

兩稻種一、二期之收量，產量構成要素及其比值如表3所示。若比較三年平均， TN-Ⅱ 谷產量均低於 TN-Ⅰ 25%, TC-Ⅱ 低於TC-Ⅰ 28%。由產量構成要素分析比較之結果，兩稻種具有相似之變化：①一期大於二期20%以上者，有每欉穗數，每欉結實粒數、結實粒重及總粒重等四項。②一期作大於二期作10—20%者，有每欉總粒數，結實百分率，藁乾重及每欉總乾重等四項。③其他如千粒重及生產指數（總粒重／每欉總重）一、二期作相差均低於10%。

由表3可知，不同年度但同期作之產量有顯著之差異， TN-Ⅰ68、69、70 一期作產量（kg/ha）分別爲6,341、5,069、4,742；二期作之產量分別爲4,486、5,069、2,616；68年度二期作產量較一期作降低29.3%，69年度一、二期作相同，70年度降低了44.8%。三年度一、二期作間之差異相差甚大，此間之差異可能由於環境因子及栽培技術之差異而造成。有些研究報告只以單一年度一、二期作產量之差異做比較，較難顯示出期作間眞正之差異（吳等，1976； Gaastra, 1963）。本實驗以三年度之平均値做比較， TN-Ⅱ 低於 TN-Ⅰ 22%, TC-Ⅱ 低於 TC-Ⅰ 26%，皆合於一般之，比率（20%—29%）（鄔等，1975）。且平均產量高於全省稻作平均產量（稉稻一、二期產量分別爲 4,000 及 3,200 kg/ha；秈稻一、二期產量分別爲 3,900 及 2,950 kg/ha）（鄔等，1975），故以本實驗之數値來分析更具價値與可靠性。

水稻之產量由每欉穗數、結實百分率、千粒重與每欉總粒數等因素構成，根據研究所得之資料（表3）：TN-Ⅱ 之產量低於 TN-Ⅰ 22%；每欉穗數減少22%；每欉總粒數減少26%；結實百分率減少20%；而千粒重却增加8%。 TC-Ⅱ 之產量低於 TC-Ⅰ 26%，每欉穗數減少 26%；每欉總粒數減少12%，結實百分率減少16%，千粒重只降低5%。依秈、稉稻而言，二期作產量降低之原因可歸納爲由於每欉穗數（分別降低26%及22%）與結實百分率（分別降低16%及20%）之降低所致，每欉總粒數之降低亦與產量降低有關（分別降低12%及14%），但千粒重則與產量之降低無直接之關係。

導致二期作低產之三個因素：每欉穗數、結實百分率與每欉總粒數之降低在環境因子中受氣象因素影響最大，因爲氣溫與光度可直接影響到株高、穗長、穎花數、分蘖數及穀粒之充實（結實率），由於二期作在生育後期日照不足而造成產量之降低（鄔等，1975）。根據本實驗，二期作低產之因素有下列數點：①年度間 TN-Ⅱ 及 TC-Ⅱ 之谷產量與成熟期株高成反比（圖1），同樣地，年度平均株高一期作低於二期作（圖2），株高太長，使株型改變，受光之效率減低，而不利於光合作用之進行（Yoshida, 1972）。② TC-Ⅱ 分蘖數雖高於 TC-Ⅰ（圖4B），但有效分蘖數（每欉穗數）， TC-Ⅱ 反低於 TC-Ⅰ（表3），可能由於淨同化率在二期作不足以滋養所有之分蘖，而造成部分分蘖不能成穗（Penning De Vries, 1975）③成熟期兩稻種 LAI 減少之速率，二期大於一期（圖9—10, A），是由於二期作枯葉率大於一期作。④成熟期兩稻種年度間及年度平均，一、二期之生物質持久性（BMD）高，則產量也相對提高（圖5—10，C及表3）。⑤自最大分蘖期至收穫，一期作之淨同化率大於二期作者約爲一倍，特別於成熟後期，二者之相差最大（圖15、16），同樣，一期作稻之相對成長率及作物生長率皆大於二期作稻。⑥最大分蘖期淨光合率，TN-Ⅰ 低於 TN-Ⅱ，但自

孕穗期後，TN-Ⅰ則大於 TN-Ⅱ 。TC-Ⅰ 僅於成熟後期淨同化率才高於 TC- Ⅱ，同時同化物輸送至谷粒之量，TC-Ⅰ大於TC-Ⅱ，但 TC-Ⅱ蘖貯存之養分輸送至谷粒之量大於TC-Ⅰ(林與蘇，1976；Hesketh and Jones, 1980)

由生長分析法所得之數值，多數顯示兩稻種生長及發育之差別： TN-Ⅰ 於成熟前期及後期就大於TN-Ⅱ，而 TC-Ⅰ則於成熟後期才高於TC-Ⅱ。這主要原因之一是因爲 TC-Ⅱ 在E期根部衰敗之速率快且明顯（林，1981），而導致葉部之凋萎率急速提高，光合率低於呼吸率，致使淨同化率變成負値。

誌　　謝

本實驗期間，承蒙本系陳淸義及翁仁憲敎授協助管理水稻及李瑋先生協助整理資料，謹誌謝忱。

引用文獻

1.陳明義、陳淸義・1979・臺灣中南部稻田微氣象之研究。中華民國農學團體68年度聯合會特刊。69—83頁。

.林安秋、蘇新・1976・第二期稻作低產原因之研究Ⅱ一、二期水稻羣落光合作用之比較。科學發展月刊4：53—57。

3.林美麟、戴國興・1979・屏東地區一、二期稻作光合成物質聚積之變化及其稻穗成長過程之比較研究。科學發展月刊7：394—400。

4.謝昱暲・1978・硝酸態氮及氨態氮對水稻羣落光合作用構成因子與產量構成因素的影響。科學發展月刊6：828—841。

5.謝順景、劉大江・1979・臺灣二期作稻低產原因及其解決方法。行政院國科學委員會硏討會專集（二）。

6.吳育郎等・1976・臺灣南部二期水稻低產原因及其改進措施。科學發展月刊4：18—24。

7.鄔宏潘等・1975・第二期稻作低產原因之探討。科學發展月刊3：1823—1857。

8.賴光隆、侯淸利・1976・關於稻根生理、生態之硏究—不同類型水稻生育時期根部活力之診斷及其應用。中華農學會報新95：7—23。

9.楊居成・1981・控制生長環境下測定一、二期作稻光合作用及光、暗呼吸作用。理工學報27：175—190。

10.朱鈞、郭華仁、邱淑芬・1980・一、二期水稻發展中穀粒乾物質之蓄積與充實特性。科學發展月刊8：414—427。

11.林安秋・1981・氣溫及日照強度對水稻光合成物質之轉運與分配的影響。科學發展月刊9：965—974。

12. Gaastra, P. 1963. Climatic control of photosynthesis and respiration. *In* Environmental control of plant growth (L. T. Evans ed.). Academic Press, Inc. p. 113.

13. Gifford, R. M. and L. T. Evans. 1981. Photosynthesis, carbon partitioning, and yield. Ann. Rev. Plant Physiol. 32: 485-509.

14. Hesketh, J. D. and J. W. Jones. 1980. Integrating traditional growth analysis techniques with recent modeling of carbon and nitrogen metabolism. *In* Predicting photosynthesis for ecosystem models (J. D. Hesketh and J. W. Jones eds.). CRC Press, Inc. p. 51.

15. Ishizuka, Y. 1978. The rice yield competition in Japan. FFTC Technical Bulletin No. 109, Taipei, Taiwan.

16. Ishizuka, Y. 1973. Rice growing in a cool environment. FFTC Taipei, Taiwan.

17. Sestak, Z, J. Catsky and P. G. Jarvis. 1971. Plant photosynthic production. The Hague, Inc. the Nethexlands.

18. Murata, Y. and S. Matsushima. 1975. Rice. In Crop Physiology (L. T. Evans ed.). Cambridge University Press.

19. Penning De Vries, F. W. T. 1975. Use of assimilates in higher plants. *In* Photosynthesis and productivity in different environments (J. P. Cooper ed.). Cambridge University Press.

20. Tanaka, A. 1972. The relative importance of the source and sink as the yield-limiting factors of rice. FFTC Technical Bulletin No. 6. Taipei, Taiwan.

21. Wei, M. L., M. C. Shen, C. S. Chen and D. J. Liu. 1982. Physiological studies of rice tillers, I. partition of dry matter, nitrogen and total nonstructural carbonhydrates during grain-filling. Proc. Natl. Sci. Counc., ROC (A) 6: 190-196.

22. Yoshida, S. 1972. Physiological aspects of grain yield. Ann. Rev. Plant Physiol. 23: 437-464.

23. Zelitch, I. 1980. Measurement of photorespiratory activity and the effect of inhibitors. *In*

Photosynthesis and nitrogen fixation. Part C. Methods in enzymology Vol. 69, p. 453. (A. S. Pietro ed.). Academic Press, Inc.

The Photosynthesis and Respiration of Rice Cultivars*

Jiu-sherng Yang

Department of Botany
National Chung-Hsing University
Taichung, Taiwan 400
Republic of China

Summary

The growth analysis, CO_2 exchange rate, and yield main components of the first and second season Tainan No. 5 and Taichung Sen No. 3 rice cultivars were determined for three year period. The results indicated that: (1) The similar tendency of dry weight change for year period was higher than the season change. (2) The grain yield of the second season rice was lower than the first season one. The reason was the low net assimilation rate of the second season rice. This led to the small yield main components, such as number of panicles, total number of ripened grains, weight of ripened grains, and total weight of grains.

*Supported bya grant 1980-5.1-080 (2—10), 1981-5.1-06 (2—10) and 1982-4.1-47 (2—12) from Council for Agricultural Planning and Development, Executive Yuan, R. O. C.